МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ГИС-ТЕХНОЛОГИИ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ

Материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015

Минск, 18 ноября 2015 г.

Ответственный редактор
Д.М. Курлович

МИНСК
2015

УДК 91:004(043.3)

ГИС-технологии в науках о Земле [Электронный ресурс] : материалы конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь, проведенного в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015, Минск, 18 ноябр. 2015 г. / редкол. : Д.М. Курлович (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2015. – 114 с.

Представлены научные работы, принимавшие участие в конкурсе ГИС-проектов студентов и аспирантов УВО Республики Беларусь, проведенном в рамках празднования Международного Дня ГИС 2015 на географическом факультете Белорусского государственного университета.

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов по геоинформационным технологиям, географов, гидрометеорологов, экологов, геологов, студентов географических и геологических специальностей.

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ДЕНЬ ГИС 2015 В БГУ

Д.М. Курлович
к.г.н., доцент, руководитель СНИЛ ГИС географического факультета БГУ

18 ноября 2015 г. преподаватели и студенты факультетов географической направленности УВО Республики Беларусь, а также ведущие специалисты по геоинформационным технологиям нашей страны участвовали в мероприятиях, посвященных **Международному дню географических информационных систем (ГИС)**. День ГИС проводился уже 15-й раз на географическом факультете Белгосуниверситета и 17-й раз в мире. Организатором его проведения в БГУ является ***межкафедральная студенческая научно-исследовательская ГИС-лаборатория географического факультета (СНИЛ ГИС)***.

Формат Дня ГИС заключался в проведении конкурса ГИС-проектов студентов и аспирантов ВУЗов Республики Беларусь и встрече студентов с ведущими ГИС-специалистами нашей страны. Мероприятие в этом году посетили ведущие ГИС-специалисты Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь, Министерства природных ресурсов и окружающей среды Республики Беларусь, РУП «Национальное кадастровое агентство», РУП «Проектный институт Белгипрозем», РУП «Белкартография», РУП «Белгеодезия», РУП «БелПСХАГИ», ГП «Белдорцентр», УП «ГИС», ГПУ «Национальный парк «Нарочанский», КУП «Минскводоканал», ООО «Технологии земледелия», а также компании «Softline». Впервые в этом году была проведена выставка картографо-геодезического оборудования.

Конкурсантов оценивало экспертное жюри, в составе: специалист по ГИС-технологиям РУП «Национальное кадастровое агентство» *Александр Иванович Корень*, научный сотрудник УП «ГИС» *Вячеслав Александрович Сипач*, специалист по кадастру и ГИС КУП «Минскводоканал» *Наталья Викторовна Урбанович*, руководитель направления САПР компании «Softline» *Ольга Эдуардовна Кончевская*, доцент кафедры географии и природопользования Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина, кандидат географических наук *Олег Васильевич Токарчук*, старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров Полоцкого государственного университета *Петр Федорович Парадня*.

Жюри конкурса ознакомилось с ГИС-проектами студентов и аспирантов географического и военного факультетов Белорусского государственного университета, геодезического факультета Полоцкого государственного университета, географического факультета Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина, факультета естествознания Белорусского государственного педагогического университета им. М. Танка. Победители были определены в трех номинациях.

В номинации **«Применение ГИС-технологий в научных исследованиях»** дипломом I-й степени отмечена работа студентов и аспирантов географического факультета БГУ «Создание электронной базы

геоданных спектральных образцов агрокультур Беларуси на основе полевого спектрометрирования и материалов дистанционного зондирования Земли». Победителями признаны пятикурсники кафедры геодезии и картографии *Екатерина Хрущева* и *Александр Лещенко*, а также аспирант кафедры динамической геологии *Андрей Сивенков*. Диплома II-й степени был удостоен аспирант кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ *Александр Семенюк* за ГИС-проект «Пространственный анализ территориальной структуры города Молодечно с помощью ГИС-технологий». Диплом III-й степени получила пятикурсница кафедры инженерной геологии и геофизики географического факультета БГУ *Елена Василенок*. Она представила работу «Использование ГИС-технологий для выделения нефтеносных структур в пределах Гировской площади Припятского прогиба».

В номинации **«Применение ГИС-технологий в исследованиях прикладного характера»** победу праздновала группа пятикурсников кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ в составе *Елены Казимерчик, Павла Крота, Андрея Севастьянова, Юлии Терещенко* и *Маргариты Точило*. Диплома I-й степени они были удостоены за ГИС-проект «Использование ГИС-технологий в геомаркетинге для поиска оптимального места размещения объектов торговли, общественного питания и наружной рекламы на примере города Минска». Диплом II-й степени получил магистрант географического факультета БГУ *Егор Левачев* за ГИС-проект «Технологии лазерного сканирования при трехмерном моделировании (на примере ректората БГУ)». Дипломом III-й степени была поощрена студентка третьего курса кафедры географии и природопользования географического факультета БгГУ им. А.С. Пушкина *Яна Янчук*, представившая ГИС-проект «Особенности применения ГИС для создания ментальных карт городской среды».

В номинации **«Создание ГИС информационно-справочного и образовательного характера»** дипломом I-й степени отмечены студенты четвертого курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета БГУ *Владислав Лигер, Евгений Малин* и *Тимур Зарипов* за ГИС-проект «Цифровой интерактивный туристический атлас города Гродно и Гродненского района». Диплома II-й степени были удостоены четверокурсники кафедры геодезии и кадастров геодезического факультета ПГУ *Ольга Лубочко* и *Павел Долгий* за ГИС-проект «Создание геопортала «Память» с использованием технологии GPS и сервиса ArcGIS Online». Диплом III-й степени получили третьекурсники кафедры геодезии и кадастров геодезического факультета ПГУ *Кристина Каташова* и *Мария Спиридоненко* за ГИС-проект «Создание трехмерной модели студенческого городка ПГУ».

НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ»

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ВОЗМОЖНОГО ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ НА ЛИНЕЙНЫХ СООРУЖЕНИЯХ

А.В. Бодрая
аспирант 2-го года обучения кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

Г.А. Шароглазова
к.т.н., доцент, заведующий кафедрой геодезии и кадастров геодезического
факультета Полоцкого государственного университета

Проблема эксплуатационной надежности протяженных транспортных объектов не может быть решена с позиции узкой специализации, которая, при всей глубине знаний в отдельных отраслях, не позволяет создать целостную картину объекта исследования. Так, вплоть до настоящего времени в нормативных документах, отвечающих за безопасность трубопроводов, заложены расчетные технологии по оценке влияния отдельных факторов: изменения давления внутри трубы, нагрева трубы, близости ЛЭП, минерализации грунтовых вод, оползневых процессов. Практически не учитываются сейсмотектонические факторы и, тем более, нет прямых указаний по учету взаимообусловленного влияния техногенных и тектонических факторов.

Автором собраны и систематизированы данные, определяющие факторы возникновения аварий на магистральных трубопроводах (МТ). Анализ этих данных нашел практическое применение при создании ГИС-проекта зон возможного возникновения аварий на магистральных трубопроводах. Целью проекта является комплексная прогнозная оценка влияния тектонических и некоторых техногенных факторов на магистральные трубопроводы и своевременное предупреждение возможных катастрофических последствий.

Анализ информации об авариях на магистральных трубопроводах Беларуси показал, что на вероятность и плотность аварий в первую очередь влияют такие факторы, как активность тектонических разломов, близость к ЛЭП и тип минерализации подземных вод.

Данный выбор объясняется следующим:

· приуроченность аварий на нефтепроводах Беларуси более чем в 70 % случаев к тектоническим разломам [1];

· усиление коррозионных процессов под воздействием электромагнитных полей и утечки тока, создаваемых ЛЭП;

· усиление электролитных свойств минерализованных трещинных вод под влиянием ЛЭП, что приводит к интенсивной химической коррозии.

Созданный ГИС-проект учитывает выделенные факторы. Основная цель его создания – выявление зон возможных возникновений аварий (ВВА) на магистральных трубопроводах.

ГИС-проект формировался в ArcGIS 9.3. Была создана база геоданных, состоящая из классов пространственных объектов и растровых данных. Работа с бумажными планово-картографическими данными включала в себя сканирование и привязку к единой системе координат. Такой системой координат была выбрана WGS1984 в проекции Меркатора. В процессе создания ГИС-проекта предполагалось выделить зоны ВВА на магистральных трубопроводах. Предлагаемый подход к идентификации зон ВВА на территории Беларуси включает в себя два этапа.

На первом этапе выделены зоны ВВА, подверженные взаимообусловленному влиянию близости ЛЭП и минерализации грунтовых вод на возможность возникновения аварий. Для этого с использованием растра расположения основной электрической сети Беларуси были выделены две группы территорий по степени влияния электромагнитных волн от ЛЭП (табл. 1). При выявлении близких к ЛЭП участков учитывались территории, проходящие непосредственно под одно- и двухцепными линиями электропередач 750 кВ и 330 кВ и трехкилометровые зоны вдоль них, так как это территории наиболее подвержены влиянию электромагнитных полей [2].

Табл. 1. Группы территорий, подверженных влиянию ЛЭП

№ группы	*Характеристика*
1	Трехкилометровая зона в районе пересечения ЛЭП, трехкилометровая зона под ЛЭП 750 кВ
2	Трехкилометровая зона под ЛЭП 330 кВ

По растру минерализации грунтовых вод [3] в отдельный слой были оцифрованы территории с различной степенью минерализации грунтовых вод (пресные и слабосоленые, солоноватые, соленые воды и рассолы). Применение оверлейной операции наложения позволило выделить участки с различной степенью взаимообусловленного влияния ЛЭП и минерализации вод на возникновение аварий (табл. 2).

Табл. 2. Степень взаимообусловленного влияния ЛЭП и минерализации вод на ВВА

Группа территорий, подверженных влиянию ЛЭП / *Минерализация*	*1*	*2*
Пресные и слабосоленые воды	Слабая	Слабая
Солоноватые воды	Слабая	Относительно-умеренная
Соленые воды	Относительно-умеренная	Умеренная
Рассолы	Умеренная	Сильная

Результатом первого этапа явился векторный слой, отображающий взаимообусловленное влияние близости к ЛЭП и минерализации грунтовых вод на возможность возникновения аварий (рис.1).

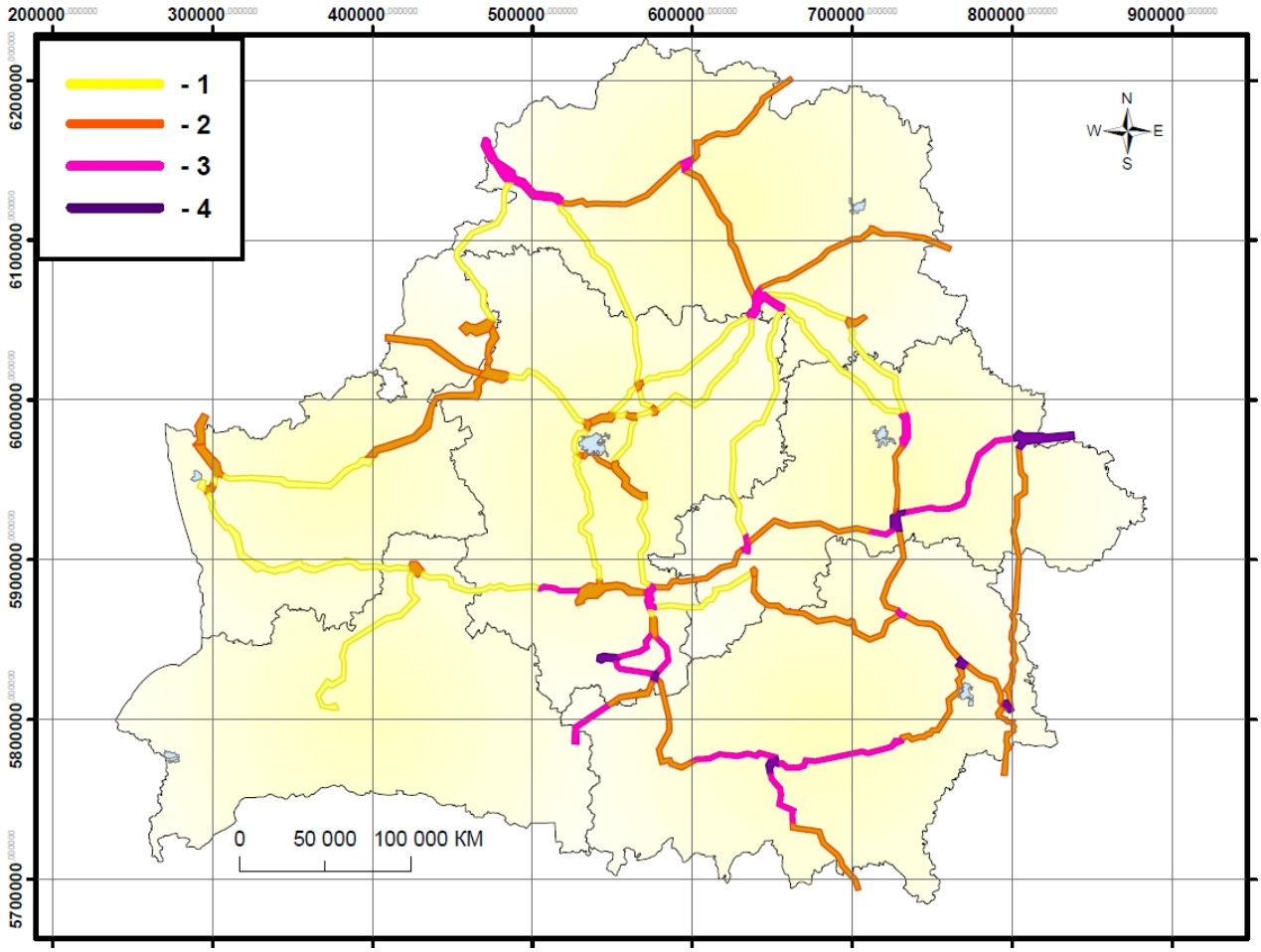


Рис. 1. Степень влияния ЛЭП и минерализации грунтовых вод на устойчивость магистральных трубопроводов

1 –слабая; 2 –относительно-умеренная; 3 – умеренная; 4 – сильная

Стоит подчеркнуть, что данная карта может эффективно использоваться при проектировании различных подземных инженерных сооружений для оценки рисков коррозии металлов.

На втором этапе реализации ГИС-проекта было осуществлено выявление зон ВВА на основе сейсмотектонического районирования Беларуси ВОЗ [4] и взаимообусловленного влияния ЛЭП и минерализации грунтовых вод.

В среде ArcGIS было выполнено наложение растра сейсмотектонической активности территории Беларуси и слоя взаимообусловленного влияния двух факторов на ВВА.

Пространственный ГИС-анализ позволил провести районирование территории нашей республики с учетом взаимообусловленного влияния трех основных факторов на устойчивость магистральных трубопроводов (табл. 3, рис. 2).

Табл. 3. Зоны ВВА по степени влияния геодинамических факторов
и взаимообусловленного влияния ЛЭП и минерализации грунтовых вод

Максимальная ожидаемая магнитуда землетрясений (M_{max})в зонах ВОЗ	*Степень взаимообусловленного влияния ЛЭП и минерализации воды на ВВА*			
	Слабая	*Относительно-умеренная*	*Умеренная*	*Сильная*
≤3,0	Слабая	Слабая	Слабая	Относительно-умеренная
3,1-3,5	Слабая	Слабая	Относительно-умеренная	Умеренная
3,6-4,0	Слабая	Относительно-умеренная	Умеренная	Относительно сильная
4,1-4,5	Относительно-умеренная	Умеренная	Относительно сильная	Сильная

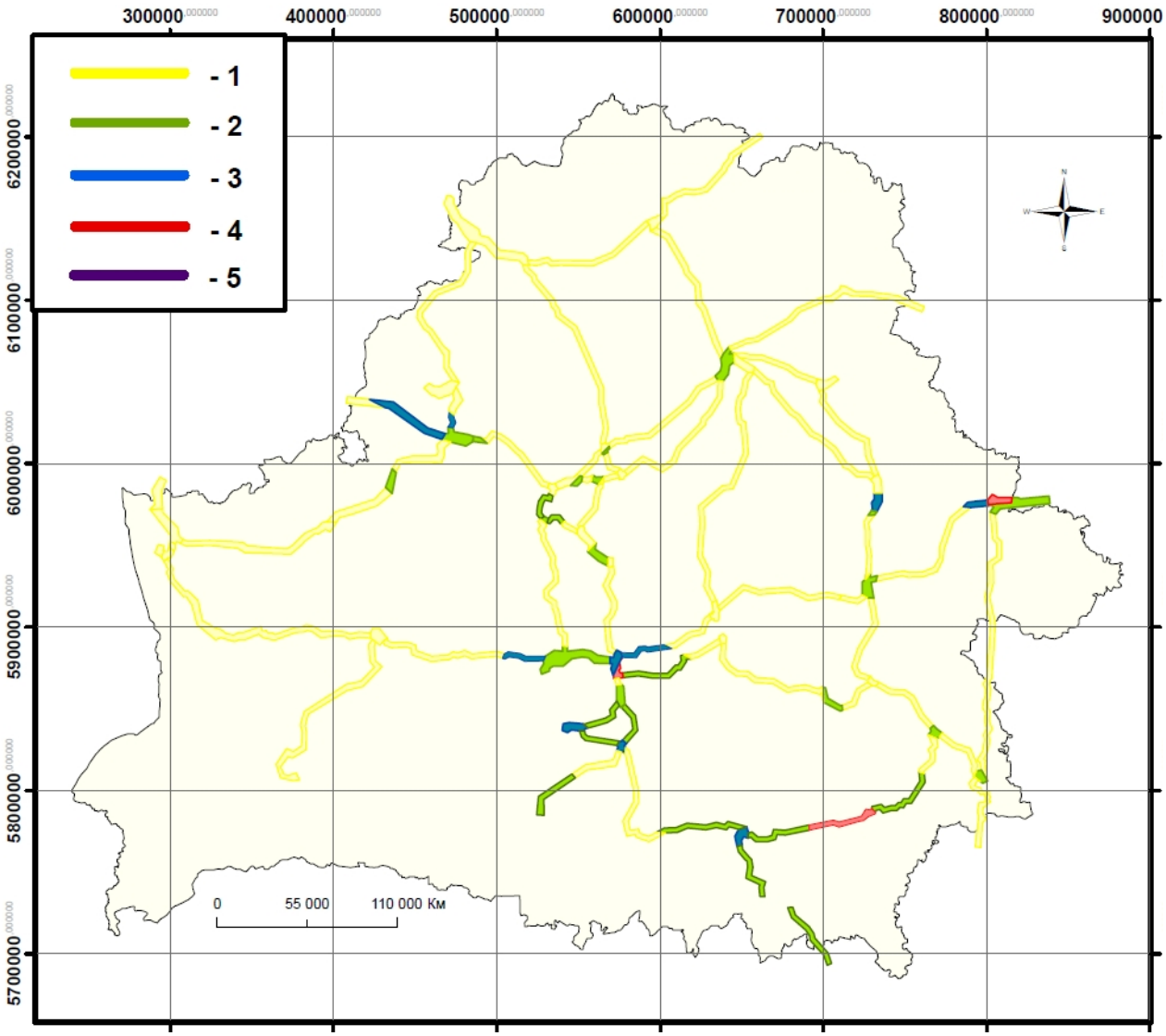


Рис. 2. Степень влияния близости ЛЭП, минерализации грунтовых вод и геодинамических факторов на вероятность возникновения аварий

1 – слабая, 2 – относительно-умеренная, 3 – умеренная, 4 – относительно сильная, 5 – сильная

Анализ полученных данных (рис. 2) показывает, что наблюдается ряд зон ВВА на магистральных трубопроводах, где характер влияния геодинамических факторов и взаимообусловленного влияния ЛЭП и минерализации грунтовых вод значителен. В первую очередь это районы Старобинского месторождения и Припятский прогиб, которые являются сейсмоактивными.

Результаты выполненных исследований предлагается использовать для инженерно-геологического прогнозирования потенциального возникновения аварий на подземных линейных сооружениях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шароглазова, Г.А. Геолого-тектонические условия возникновения аварийности на магистральных нефтепроводах Белоруссии / Г.А. Шароглазова, В.Н. Коровкин, В.К. Липский, В.В. Ялтыхов, А.Н. Соловьев // Автоматизированные технологии изысканий и проектирования. – 2008. – №1. – С. 58–60.

2. Касьянова, Н.А. Влияние современной геодинамики недр на флюидный режим нефтегазовых залежей месторождений складчатых и платформенных областей / Н.А. Касьянова. – М.: Геоинформмарк, 2000. – 51 с.

3. Нацыянальны атлас Беларусі: атлас / пад рэд. М.У. Мясніковіча; Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце Міністраў Рэспублікі Беларусь. – Мінск : Мінская друк. фабрыка, 2002. – 292 с.

4. Аронова, Т.И. Сейсмотектоническая активность территории Беларуси и закономерности ее проявления: дис. … канд. геолого-минерал. наук : 25.00.03 / Т.И. Аронова. – Мн., 2007. – 163 с.

ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ТЕРРИТОРИАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ГОРОДА МОЛОДЕЧНО С ПОМОЩЬЮ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

А.С. Семенюк
аспирант 2-го года обучения кафедры почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

Н.В. Клебанович
д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и
земельных информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

В настоящее время на территории городов существует множество разнообразной пространственно-координированной информации. Однако она используется различными службами, ведомствами и государственными учреждениями фрагментарно, в узких сферах решения задач и проблем, которые непосредственно стоят перед конкретными организациями. Возникает необходимость свести воедино различную пространственную информацию, касающуюся города и его структурных частей, в целях проведения комплексного анализа городской территории для более эффективного принятия решений. Данная проблема решаема с помощью современных

геоинформационных технологий. Это означает, что в рамках одной ГИС должна быть собрана и проанализирована разнообразная информация (функциональные зоны, транспортная сеть, объекты социальной инфраструктуры, промышленные предприятия, линии коммуникаций и др.). Только синтез и оперативный анализ комплекса цифровых слоев города позволяет решить задачи, связанные с эффективным функционированием городских служб и территориальным планированием городской территории.

Муниципальные ГИС получили широкое распространение в высокоразвитых странах, отдельные успешные примеры комплексных ГИС городов появились и в странах СНГ [2, 3, 5–7]. Возможность отображения пространственных объектов и связанной с ними атрибутивной информации, простота добавления новых данных и их редактирования обеспечивают высокую эффективность ГИС города в сфере управления муниципальными службами и оценки недвижимости. Сопоставление различных цифровых слоев ГИС города позволяет проанализировать уровень благоустроенности проживания населения в разных его частях. Именно эта цель преследовалась нами при создании муниципальной ГИС города Молодечно с помощью программного комплекса ArcGIS.

В качестве объекта исследования была выбрана территория города Молодечно. Молодечно является типичным средним городским населенным пунктом (население более 90 000 человек) с развитой производственной, транспортной и социальной инфраструктурой, что позволяет считать его многофункциональным городом. Таким образом, создаваемая в ГИС модель г. Молодечно может являться образцом для проведения урбанистических исследований других городов Беларуси.

В качестве векторной основы ГИС г. Молодечно был использован ряд базовых слоев локальной ЗИС города: административно-территориальные единицы (граница города), земельные участки, виды земель, коммуникации (трубопроводы, ЛЭП, ветки железных дорог, осевые дорог и улиц, осевые крупных водотоков, мосты, путепроводы, тоннели, эстакады, мостики, подземные переходы и др.). Для удобства работы в программе ArcGIS из слоя коммуникаций были последовательно выделены в отдельные линейные слои железные дороги, улично-дорожная сеть и водотоки.

В качестве растровой основы ГИС города Молодечно была использована мозаика космоснимков картографического сервиса Bing, пространственное разрешение – 0,5 метра. Поскольку полученные базовые слои локальной ЗИС в значительной мере устарели (2008 г.), они были путем визуального дешифрирования актуализированы до состояния на 2015 г.

Следующим шагом стало создание слоя рельефа. Для этого были использованы материалы радарной топографической съемки SRTM 30. На основании слоя рельефа посредством модуля Spatial Analyst была создана карта уклона рельефа. В приложении ArcScene из грид-модели была создана 3D-модель рельефа г. Молодечно.

Проведение анализа уровня благоустроенности проживания населения предполагает оперирование некими элементарными участками – оценочными

зонами. Наличие в городе улично-дорожной сети, разделяющей урбанизированную территорию на приблизительно равноценные участки, обусловливает принятие в качестве операционной единицы анализа квартала (или его части, если граница функциональных зон пересекает его). Для создания слоя квартальной сети линейный слой улично-дорожной сети и полигональный слой границы города с помощью инструмента «Объект в полигон» были преобразованы в полигональный класс пространственных объектов. Впоследствии слой квартальной сети был скорректирован с учетом границ функциональных зон.

В результате анализа существующей застройки и примыкающих к ней территорий из слоя квартальной сети был сформирован слой функционального зонирования. Функциональные зоны – это участки городской территории, выполняющие заданные функции (размещение жилья, производственных предприятий, объектов сферы обслуживания, рекреация и охрана природы) и занимающие определенное, свойственное только им место в устройстве города. Согласно утвержденным правилам ведения градостроительного кадастра [1], выделяются следующие типы функциональных зон: жилая многоквартирная, жилая усадебная, общественных центров (сокр. общественная), производственная и коммунально-складская (сокр. производственная) и рекреационно-ландшафтная. В качестве границ функциональных зон выступают улично-дорожная сеть, реки, реже ограждения территорий промышленных предприятий и объектов специального назначения (кладбища, военные части и т. д.). Если в пределах функциональной зоны встречаются объекты различного назначения (как правило, это самый распространенный случай), ее тип определяется в соответствии с площадью, которую они занимают.

В базу данных класса квартальной сети (назовем его слоем оценочных зон), откорректированного с учетом функционального зонирования была добавлена информация о свойствах жилой застройки (материал, этажность и тип зданий). По строительному материалу здания были классифицированы на деревянные, сборно-панельные, кирпичные и монолитно-каркасные. В соответствии с общепринятой строительной практикой жилые дома были классифицированы по этажности на малоэтажные (1–2 этажа), средней этажности (3–5 этажей), многоэтажные (6–10 этажей), повышенной этажности (11–16 этажей) и высотные (более 16 этажей). Жилая усадебная застройка была разделена по типу на усадебные дома (небольшие деревянные или кирпичные дома с земельным участком, занятым садовыми насаждениями или огородами) и коттеджи (новые двухэтажные, как правило, кирпичные дома с земельным участком, не предусматривающим ведение личного подсобного хозяйства). Жилые многоквартирные дома были классифицированы по типу на дореволюционные, польские, сталинки, хрущевки, брежневки, дома повышенной комфортности и элитное жилье. Последняя классификация сочетает в себе как конструкционные особенности жилых зданий, так и время их постройки. Каждой оценочной зоне в ГИС присваивались те значения

материала, этажности и типа домов, которые преобладали на данном участке городской территории.

Затем в ГИС были добавлены объекты социальной инфраструктуры – точечные слои магазинов, аптек, банков, банкоматов, больниц, поликлиник, стоматологических поликлиник, бань, колледжей, школ, детских садов, библиотек, парикмахерских, химчисток, предприятий общепита, клубов, домов быта, гостиниц, музеев, театров, кинотеатров, памятников, храмов, домов культуры, спортивных сооружений, райисполкома, отделений связи, милиции, ГАИ, ЗАГС, железнодорожного и автовокзалов, АЗС, АГЗС, автобусных остановок и линейный слой автобусной городской маршрутной сети. Магазины были классифицированы на типы (продовольственные, хозяйственные, товаров для дома, мебельные, бытовой техники и электроники, одежды и обуви, универсамы (предприятия торговли, реализующие продовольственные товары универсального ассортимента и некоторые непродовольственные товары повседневного спроса), многофункциональные торговые центры и прочие) и уточняющие их подтипы (например, магазины косметики, цветов, товаров для спорта и туризма, канцтоваров, автозапчастей и др.). Предприятия общепита были классифицированы на рестораны, бары, кафе, столовые, буфеты, закусочные, пиццерии и киоски. Для правильного расчета доступности ключевых объектов социальной инфраструктуры в базу данных были внесены определенные поправки. Например, детские поликлиники (общего профиля и стоматологическая) были выделены в отдельные точечные слои. Специализированные продовольственные магазины (например, фирменные магазины мясных, хлебобулочных или кондитерских изделий) были отнесены к категории прочих. По этой же причине за местоположение автобусных остановок в ГИС было принято среднее между их парами, находящимися по разные стороны улицы.

С созданными слоями данных ГИС города Молодечно проводился разносторонний пространственный анализ. В первую очередь, был проанализирован рельеф городской территории. С одной стороны, согласно данным многолетних гидрологических наблюдений на реке Уше, пониженные элементы рельефа, возвышающиеся на 1–2 метра над урезом воды, находятся под угрозой затопления во время половодий и паводков. С другой стороны, на крутых склонах холмов с уклоном от 2° возможно развитие эрозионных процессов [4], которые представляют угрозу для устойчивости фундаментов расположенных на возвышенности зданий и сооружений. Таким образом, с помощью инструмента «Переклассификация» из грид-модели рельефа были выделены пониженные участки территории города, подверженные подтоплению, а из карты уклона – территории, подверженные водной эрозии (рис. 1).

Совместный анализ описанных выше слоев и слоя оценочных зон, классифицированного по этажности жилой застройки, позволяет сделать следующие выводы. Пониженные элементы рельефа, подверженные подтоплению, расположены в северо-западной части города Молодечно, примыкающей к реке Уше, и заняты малоэтажной усадебной застройкой.

Участки с максимальными значениями уклона рельефа, подверженные эрозионным процессам, находятся в основном в южной и восточной частях города. Наиболее подвержены эрозии микрорайоны № 2 и № 4, а также микрорайон в границах улиц Великий Гостинец – Космонавтов – Магистральная с преобладанием пятиэтажных домов, микрорайоны № 6 и № 10, застроенные преимущественно девятиэтажными домами, примыкающая к ним с юга территория бывшей деревни Шнуры и коттеджный поселок на востоке г. Молодечно.

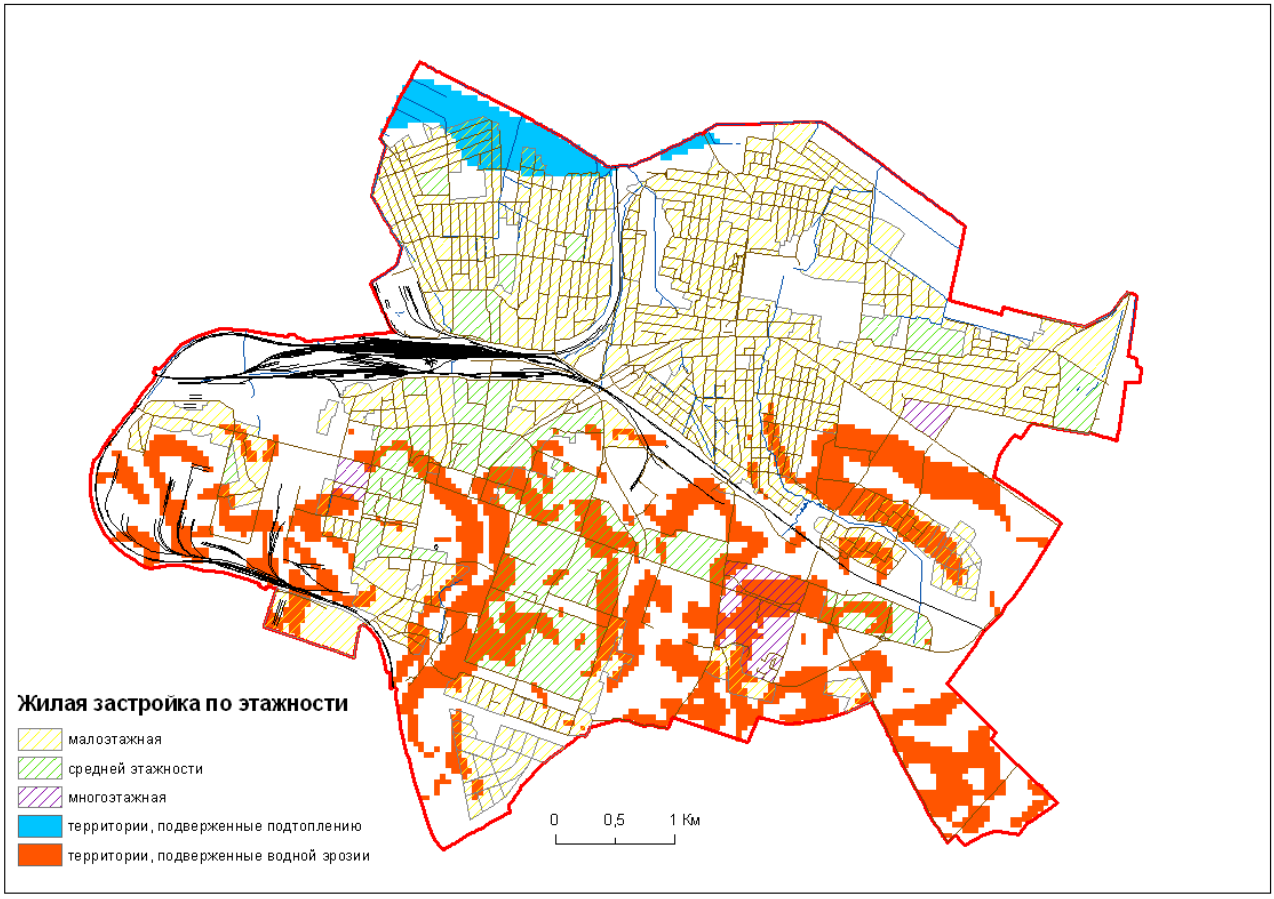


Рис. 1. Территории г. Молодечно, подверженные подтоплению и водной эрозии

Затем был спроектирован экологический каркас городской территории. На основании космоснимков были оцифрованы территории, занятые зелеными насаждениями, и неиспользуемые земли, на которых распространена древесно-кустарниковая и луговая растительность. Исходя из их биологической ценности, территории, благоприятные для планирования экологического каркаса, были разделены на два класса: 1) парки, скверы, городские леса; 2) древесно-кустарниковая растительность, пустыри. Первый класс территорий в целом характеризуется более крупными и менее расчлененными контурами и, несмотря на значительную степень антропогенной преобразованности городских парков и скверов, обладает более высоким биологическим разнообразием, чем второй класс территорий. Таким образом, первый класс территорий в основном представляет собой зеленые зоны, уже включенные в

экологический каркас, а второй класс – дополнительные участки, потенциально пригодные для включения в него (рис. 2).

Анализ экологического каркаса показал, что в г. Молодечно выделяется несколько крупных его ядер (парк Победы в центре города, парк на месте бывшей военной части и окруженный железной дорогой лесной массив в западной части, Комсомольский парк и примыкающий к нему участок леса на севере) и ряд локальных обособленных ядер меньшего ранга (небольшие парки, скверы, заросли кустарников).

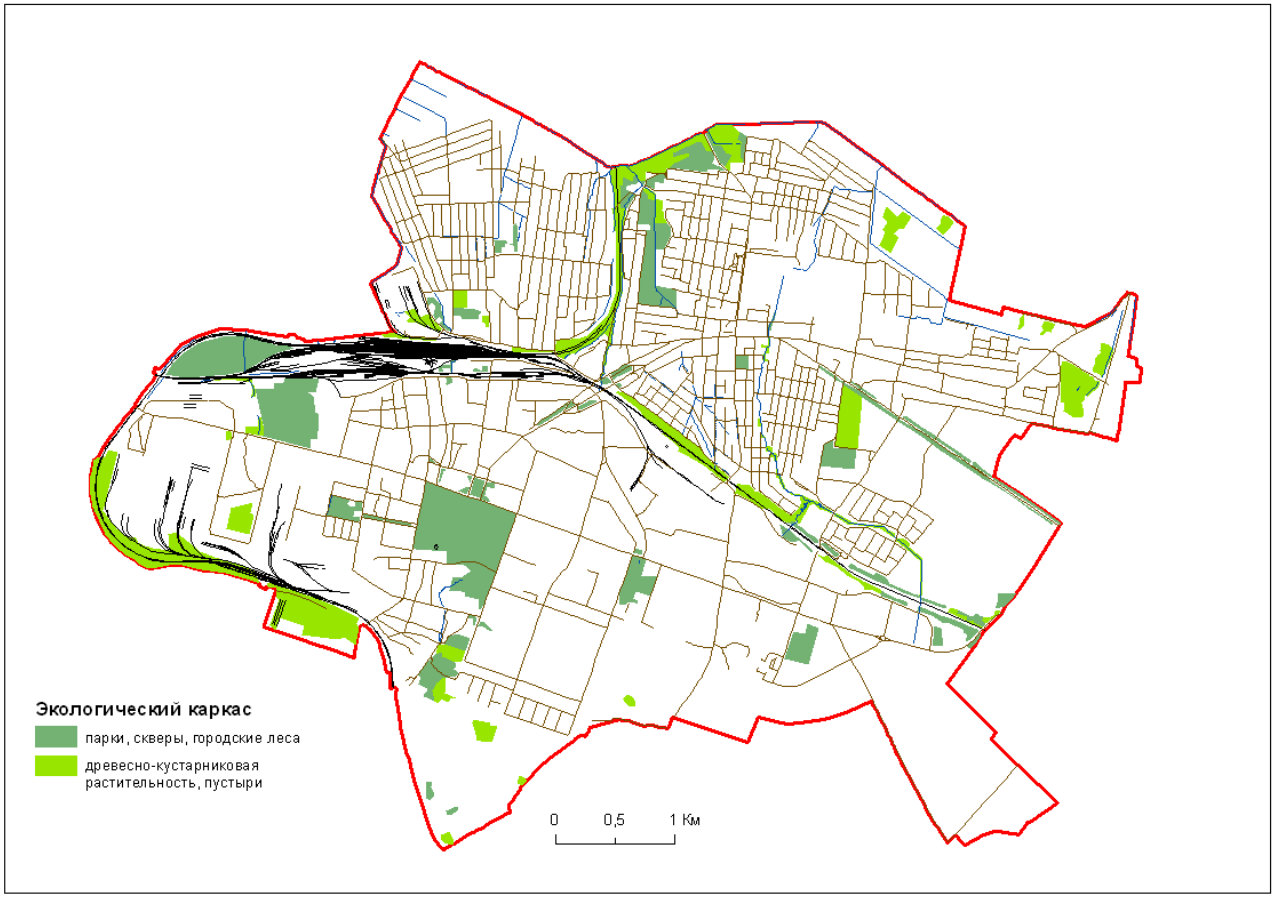


Рис. 2. Экологический каркас г. Молодечно

Главная проблема экологического каркаса г. Молодечно заключается в том, что его основные ядра разобщены. Отсутствие в городе крупных транзитных водотоков обусловило нехватку линейно вытянутых зеленых зон, которые играли бы роль экологических коридоров и связывали бы между собой ядра экологического каркаса. По сути единственный сквозной, линейно вытянутый пояс лугов и зеленых насаждений, претендующий на роль экологического коридора, проходит вдоль железной дороги на Вилейку и Минск и тем самым связывает северную и восточную часть г. Молодечно, при этом он сообщается только с одним крупным ядром экологического каркаса города – Комсомольским парком.

Далее была проанализирована структура г. Молодечно по функциональному зонированию и типам жилой застройки. В результате

символизации слоя оценочных зон по соответствующим полям таблицы атрибутов были получены следующие карты (рис. 3, 4).

Жилая многоквартирная зона составляет 13,5 % территории г. Молодечно и сконцентрирована в основном в южной возвышенной его части, застраивавшейся главным образом в послевоенное время. В составе жилой многоквартирной зоны можно выделить несколько крупных массивов. На западе г. Молодечно расположены районы Геленово и Зеленый Городок, представленные преимущественно средне- и малоэтажной многоквартирной застройкой разных типов. На северо-западе к железной дороге примыкает небольшой жилой район разнородной средне- и малоэтажной застройки (от сталинок до современных домов повышенной комфортности). В центре города расположен крупный жилой массив, который образуют район, примыкающий к продовольственному рынку, а также микрорайоны № 1–№ 4. Застройка данного массива представлена в основном пяти- и девятиэтажными домами (хрущевки, брежневки, дома повышенной комфортности). Далее к востоку расположен жилой массив преимущественно девятиэтажных домов повышенной комфортности, который образуют микрорайоны № 6 и № 10. Еще дальше к востоку формируется новый микрорайон № 11 (Восточный), застраиваемый пятиэтажными домами.

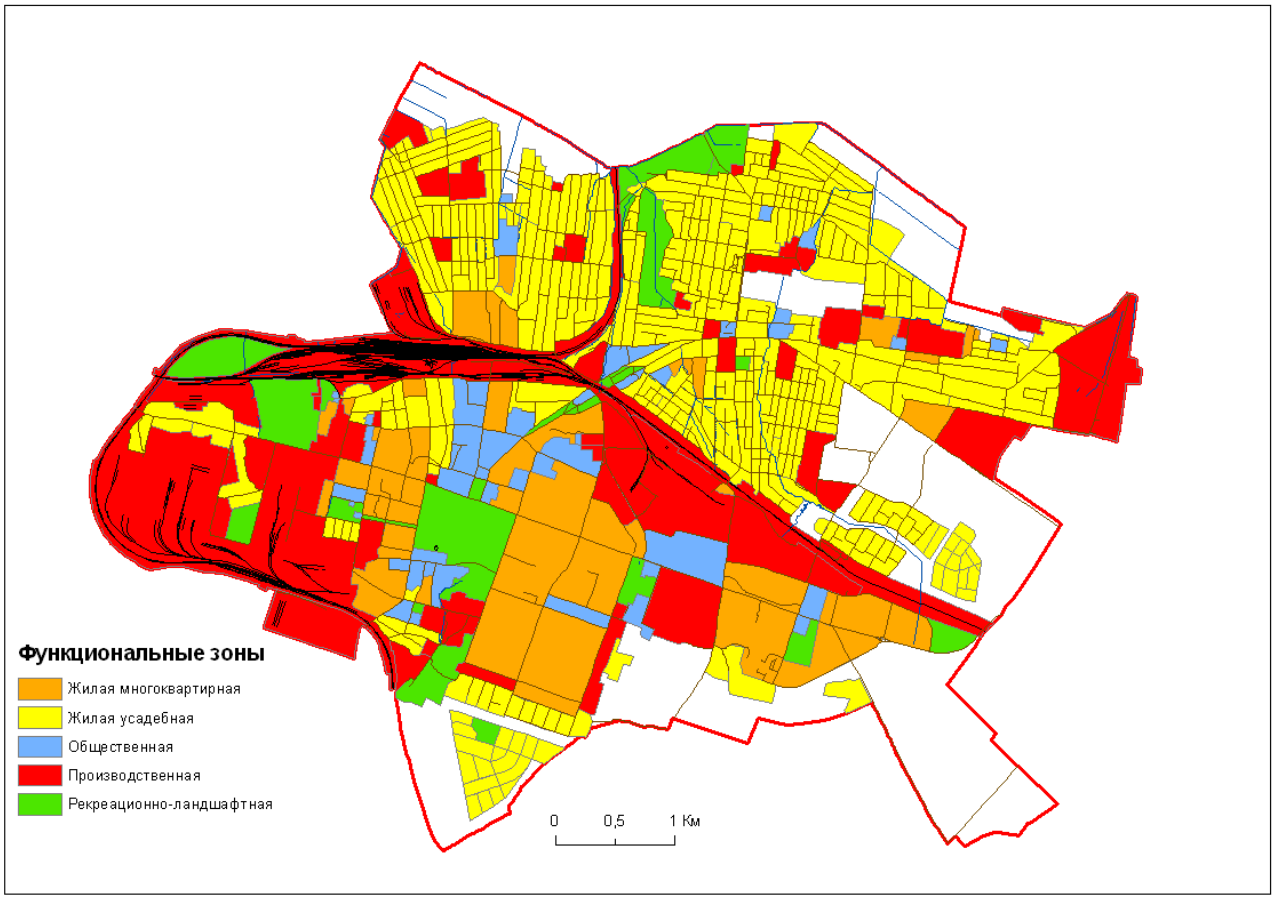


Рис. 3. Функциональное зонирование г. Молодечно

Жилая усадебная зона составляет 29,7 % территории г. Молодечно, это самая крупная по площади функциональная зона в городе. Она

сконцентрирована главным образом в северной низменной части г. Молодечно. Жилая усадебная зона представлена старыми районами городской застройки (Лесные, Залинейный на севере), включенными в состав города деревнями (Здемелево и Буховщина на западе, Великое Село на востоке, Шнуры на юго-востоке) и коттеджными поселками на юге, востоке и северо-востоке г. Молодечно.

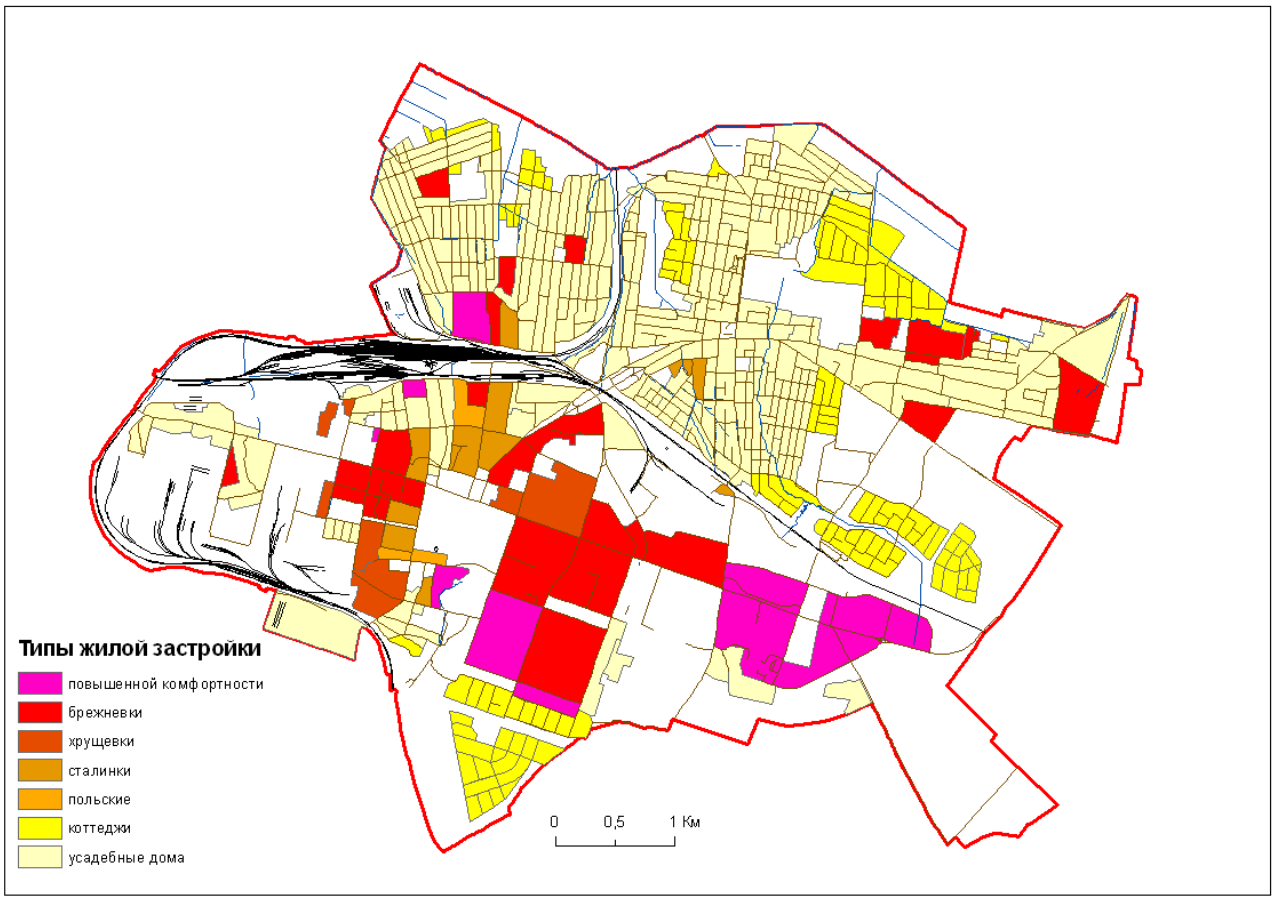


Рис. 4. Типы жилой застройки г. Молодечно

Общественная зона занимает 4,6 % площади города. Ее основной массив расположен в центре, где торговые объекты и государственные учреждения сочетаются с многоквартирной застройкой средней этажности (сталинки, польские дома межвоенного периода). В целом, участки общественной зоны довольно равномерно распределены по территории города.

Производственная зона занимает 26,5 % площади г. Молодечно, ее два крупнейших массива на западе и к востоку от центра города примыкают к железной дороге. Исключение составляют расположенный на юге завод «Электромодуль», находящийся на востоке г. Молодечно завод порошковой металлургии и ряд менее значительных производств. В связи с концентрацией основных предприятий на западе города роза ветров в целом неблагоприятна для проживания населения, однако отсутствие вредных производств несколько компенсирует этот недостаток.

Рекреационно-ландшафтная зона составляет 6,6 % территории г. Молодечно и представлена парком Победы в центре, Комсомольским парком

на севере, парком на месте бывшей военной части на западе и формирующимся на юго-востоке города Молодежным парком, а также рядом скверов и участков пригородных лесов. Пространственный анализ выявил недостаточную организацию зеленых зон в северо-западной и восточной частях г. Молодечно.

Иные территории занимают 19,1 % площади г. Молодечно. К ним относятся территория военной части, расположенная на севере города, кладбище на востоке г. Молодечно и значительные массивы земель сельскохозяйственного назначения, примыкающие к городской застройке с севера, юга и юго-востока. Последние могут рассматриваться в качестве резерва для расширения существующих функциональных зон.

Таким образом, ГИС являются эффективным средством представления и пространственного анализа разнообразной географической информации. Применение ГИС для изучения такого сложного многофункционального системного образования, каким является город, расширяет возможности по выделению особенностей его устройства, поиску новых закономерностей его пространственной дифференциации. Внесение в среду ГИС как векторных, так и растровых слоев данных о состоянии земной поверхности, функциональном зонировании и типах жилой застройки позволяет создать базу для последующего многомерного анализа качества жизни населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Государственный градостроительный кадастр. Порядок зонирования и установления регламентов градостроительного развития и использования территорий: СНБ 3.01.03-98. – Введ. 01.07.99. – Минск, 1998.

2. Красовская, О. ГИС в системе территориального планирования и управления территорией / О. Красовская, С. Скатерщиков, С. Тясто, Д. Хмелева // ArcReview. – 2006. – №3.

3. Кушнер, Р.С. Геоинформационная система города Алматы: краткий обзор / Р.С. Кушнер, В.Д. Скляренко // ArcReview. – 2014. – №2.

4. Рожков, В.А. Оценка эрозионной опасности почв / В.А. Рожков // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. – 2007. – №59. – С. 77–91.

5. Сарбасов, Б.В. Управление городскими службами с использованием ГИС / Б.В. Сарбасов, И.И. Исаева // ArcReview. – 2008. – №2.

6. Терешенков, А.В. Создание прототипа муниципальной ГИС Краснодара / А.В. Терешенков // ArcReview. – 2008. – №3.

7. Филатова, О.Э. «Мой Новосибирск» – муниципальный ресурс для решения городских проблем / О.Э. Филатова, О.Д. Гусева, Б.Е. Моисеев, Я.С. Калинина // ArcReview. – 2014. – №2.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ НЕФТЕНОСНЫХ СТРУКТУР В ПРЕДЕЛАХ ГИРОВСКОЙ ПЛОЩАДИ ПРИПЯТСКОГО ПРОГИБА

Е.А. Василенок
студентка 5-го курса кафедры инженерной геологии и геофизики
географического факультета Белорусского государственного университета

В.Н. Губин
д.г.н., профессор, заведующий кафедрой динамической геологии
географического факультета Белорусского государственного университета

Последние десятилетия 20 века характеризуются большим прогрессом в области геологического моделирования. Началом этому процессу послужила сейсмостратиграфия – наука, изучающая геологическое строение, восстановление истории и литолого-фациальной обстановки среды осадконакопления по данным сейсморазведки.

Построение трехмерных цифровых геологических моделей в настоящее время стало обычной процедурой в рамках общего процесса разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений. Подобные технологии были внедрены и в систему геологоразведочных работ Республики Беларусь. Наиболее ярким примером в нашей стране является, без сомнений, РУП «Производственное объединение «Белоруснефть». Данное предприятие с успехом внедрило и активно использует геологическое моделирование на территории Припятского прогиба.

Припятский прогиб является нефтегазоносной областью, которая входит в состав крупной Днепровско-Припятской нефтегазоносной провинции и состоит из Припятского грабена, отделенного Северо-Припятским и Южно-Припятским суперрегиональными мантийными листрическими разломами от расположенных к северу и югу плеч. Припятский палеорифт состоит из двух структур второго порядка: Северная зона ступеней и Внутренний грабен, разделенные Червонослободско-Малодушинским разломом мантийного заложения [2].

Все наиболее крупные и простые по строению месторождения нефти в Припятском прогибе уже выявлены и разведаны. Все чаще проводятся исследования районов со сложным тектоническим строением, поэтому возрастают требования к точности и достоверности сейсморазведки нефтегазовых объектов.

Сейсморазведка 2Д не способна решить все геологические задачи в условиях сложной тектонической обстановки, поэтому возникает необходимость применения сейсморазведки 3Д [3].

Целью данной работы являлось прогнозирование нефтеносных структур по данным сейсморазведки 2Д и 3Д в границах Гировской площади, расположенной на Александровском полиблоке в пределах подножья и террасы

Речицко-Вишанской ступени Северного структурного ареала Припятского грабена [1].

Гировская площадь расположена в Речицком районе Гомельской области Республики Беларусь. В геоморфологическом отношении район приурочен к восточной части Полесской низменности и представляет собой слаборасчлененную равнину. Ближайшими месторождениями являются Озерщинское подсолевое и Западно-Александровское межсолевое и подсолевое месторождения нефти. Гировская площадь включает следующие структуры: Гировская подсолевая структура, Ново-Гировская межсолевая структура.

По методическим характеристикам сейсмическая съемка 3Д на Гировской площади является высокоплотной широкоазимутальной и пригодна для решения широкого спектра структурных и динамических задач.

Автором была выполнена корреляция сейсмических горизонтов и разрывных нарушений по сети ортогональных глубинных динамических разрезов. Всего было проинтерпретировано 750 Crossline (субмеридиональных профилей) и 450 Inline (субширотных профилей) по кубу сейсмических данных с использованием стандартного комплекса геофизических исследований в скважинах.

При проведении структурной интерпретации сейсмических данных 3Д на Гировской площади было изучено геологическое строение Ново-Гировской межсолевой и Гировской подсолевой структур. Структурные построения осуществлялись в комплексе программ Petrel фирмы Schlumberger по глубинным разрезам, полученным в результате трехмерных миграционных преобразований.

Итогом комплексной интерпретации сейсмических материалов, данных глубокого бурения и промыслово-геофизической информации по скважинам стало построение структурных карт поверхностей сейсмических горизонтов 3D (кровля галитовой толщи), 2D (кровля межсолевой толщи), 2Dп (подошва межсолевой толщи), 1D (кровля подсолевой карбонатной толщи) и 1Dт (кровля подсолевой терригенной толщи).

Гировская подсолевая структура расположена в пределах Александровского полиблока Речицко-Вишанской ступени и по поверхности подсолевых терригенных отложений представляет собой тектонический блок, вершина которого ограничена разрывным нарушением, амплитудой 90 м. С севера структуру ограничивает разлом, амплитуда которого уменьшается с запада на восток от 100 м до полного затухания. Размеры Гировской подсолевой структуры по замкнутой изогипсе минус 4560 м составляет 3,7 х 1,4 км, минимальные абсолютные отметки по поверхности ланского горизонта в вершине блока составляют минус 4510 м (рис. 1).

Гировской подсолевой структуре по межсолевым отложениям в плане соответствует структурный нос Западно-Александровской межсолевой структуры.

Ново-Гировская межсолевая структура расположена в пределах склона Речицко-Вишанской ступени. По замкнутой изогипсе минус 2745 м ее размеры в плане составляют 1,8 х 1,1 км.

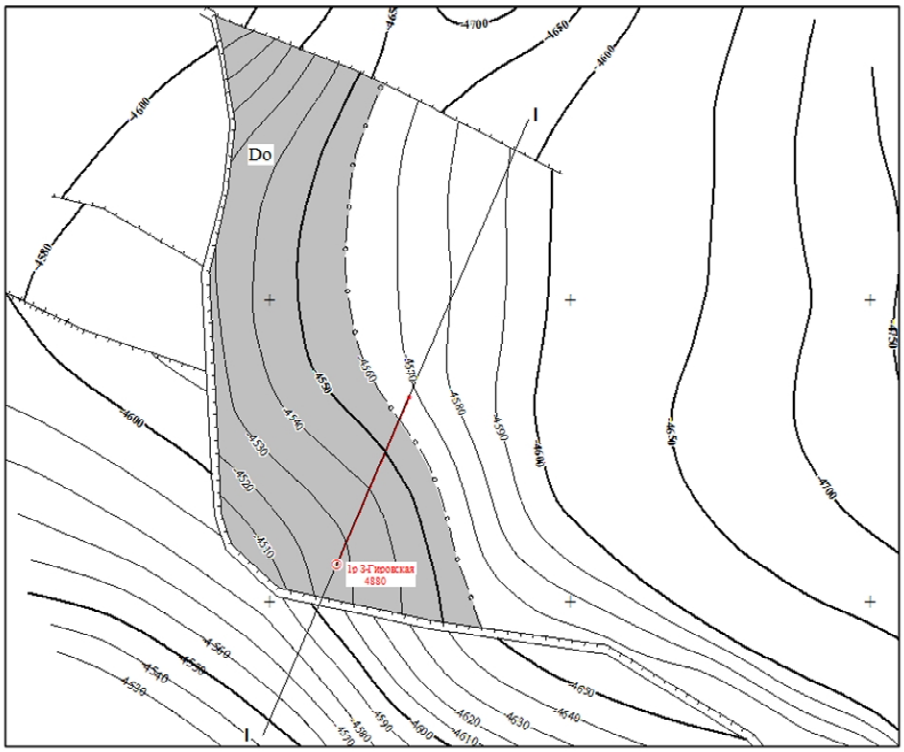


Рис. 1. Гировская подсолевая ловушка нефти.
Структурная карта поверхности сейсмического горизонта 1Dт

Довольно сложно определить наличие коллекторов в межсолевом комплексе в районе исследования, т.к. в скважинах, пробуренных на соседних площадях (Западно-Александровская и Озерщинская) межсолевые отложения характеризуются низкими коллекторскими свойствами, а чаще их отсутствием.

Западно-Гировская межсолевая структура расположена в пределах склона Речицко-Вишанской ступени. По материалам 2Д структура была представлена в виде малоамплитудной брахиантиклинальной складки (по изогипсе минус 2700 м размеры ее в плане составляли 1,1 х 0,8 км), а по результатам интерпретации данных 3Д структура трансформировалась в структурный нос Западно-Александровской межсолевой структуры (рис. 2).

При изучении волновой картины в интервале межсолевого комплекса заслуживающего внимания осложнения сейсмической записи не выявлено, что также снижает интерес к ней как нефтеперспективному объекту.

С помощью сейсморазведки 3Д на Гировской площади и на территории Припятского прогиба в целом стало возможным картировать мелкие блоки в строении девонского подсолевого комплекса, выделять малоамплитудные разрывные нарушения; расширять границы залежей за счет уточнения местоположения и конфигурации ограничивающих их разломов.

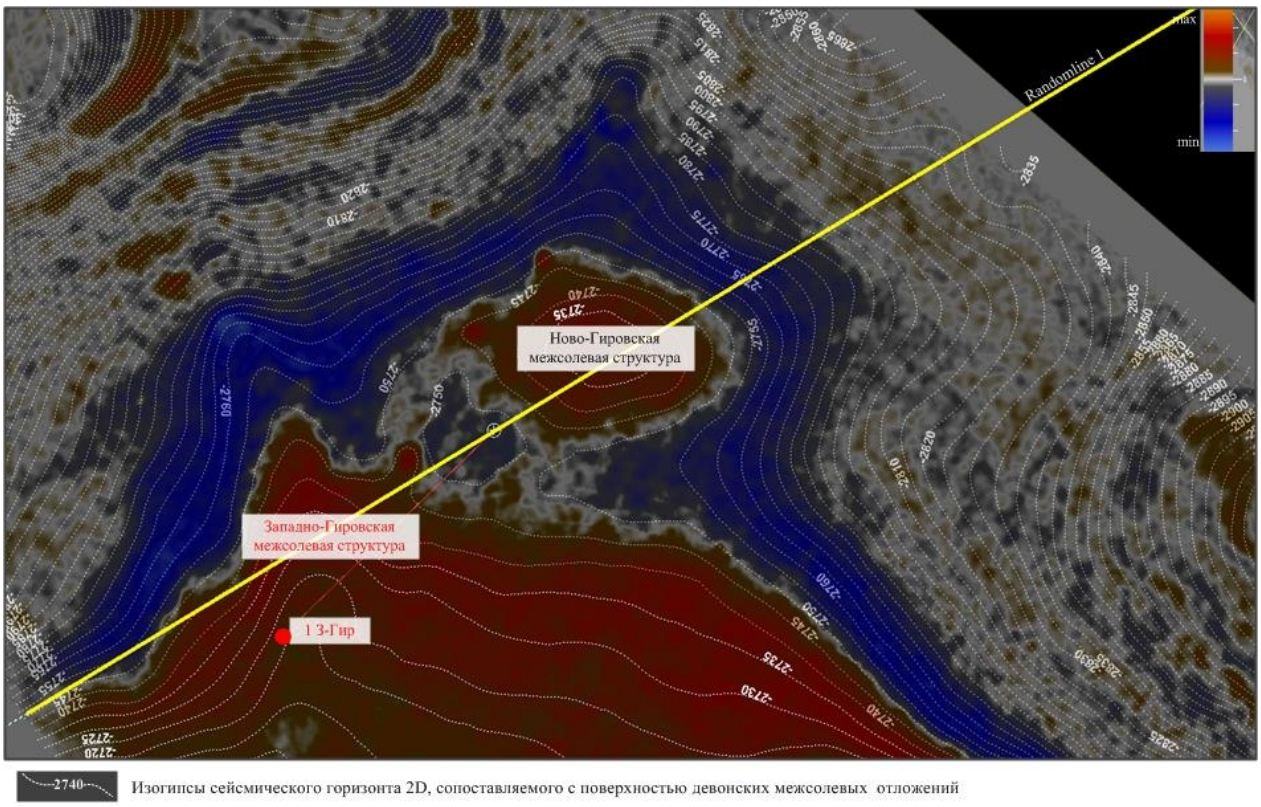


Рис. 2. Горизонтальный срез на уровне межсолевых отложений, совмещенный со структурной картой сейсмического горизонта 2D. Ново-Гировская и Западно-Гировская межсолевые структуры

ЛИТЕРАТУРА

1. Бескопыльный, В. Н. Тектоническое районирование как основа прогноза остаточных перспектив нефтегазоносности Припятского прогиба / В.Н. Бескопыльный, Р.Е. Айзберг, Я.Г. Грибик // Потенциал добычи горючих ископаемых в Беларуси и прогноз их реализации в первой половине XXI века: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Речица, 25–27 мая 2011 г. / редкол.: В.Н. Бескопыльный [и др.]. – Гомель: Полеспечать, 2012. – С. 9–67.

2. Познякевич, З.Л. Геология и нефтегазоносность запада Восточно-Европейской платформы / З.Л. Познякевич, А.М. Синичка, Ф.С. Азаренко и др. – Минск: Беларуская навука, 1997. – 696 с.

3. Урупов, А.К. Основы трехмерной сейсморазведки / А.К. Урупов. – Москва: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2004. – 584 с.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КИСЛОТНОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

С.В. Дыдышко
студент магистратуры кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета Белорусского государственного университета

Е.Г. Кольмакова
к.г.н., доцент, доцент кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета Белорусского государственного университета

Развитие промышленности, транспорта, освоение новых источников энергии приводит к постоянному увеличению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. Это связано, главным образом, с использованием горючих ископаемых на тепловых электростанциях, промышленных предприятиях, продуктов их переработки в двигателях автомобилей и системах отопления жилых домов. В результате сжигания ископаемого топлива в атмосферу Земли поступают соединения азота, серы, хлора и некоторые другие, среди них преобладают оксиды серы – SO_2 и азота – NO x (N_2O, NO_2). Соединяясь с молекулами воды, оксиды серы и азота образуют серную (H_2SO_4) и азотную (HNO_3) кислоты различной концентрации [1].

Кислотность среды, определяемая водородным показателем (pH), является величиной, характеризующей концентрацию ионов водорода в растворе, и численно равна отрицательному десятичному логарифму этой концентрации:

$$pH = -\lg[H^+] \quad (1)$$

Водные растворы могут иметь pH от 0 до 14. Нейтральные растворы имеют pH 7, кислая среда характеризуется значениями pH меньше 7, а щелочная – больше 7.

Атмосферные осадки, характеризующиеся сильнокислой реакцией (pH<5,6), получили название *кислотных (кислых) дождей*. Специалисты отмечают, что термин «кислотные дожди» недостаточно корректен, т.к. загрязняющие вещества могут выпадать не только в виде дождя, но и в виде снега, облаков, тумана («влажные осадки»), либо в виде газа и пыли («сухие осадки») в засушливый период. Поэтому целесообразнее оперировать термином «кислотные осадки» [1].

Основная цель данной работы заключается в определении пространственно-временных закономерностей и визуализации показателей pH атмосферных осадков и снега на территории Беларуси. Источник данных – Республиканский центр радиационного мониторинга и контроля окружающей среды. Данные по pH атмосферных осадков в виде дождя анализировались за 5-летний период наблюдений (с 2009 по 2013 гг.) по 20 имеющимся пунктам отбора проб химического состава атмосферных осадков: Березино, Березинский

заповедник, Бобруйск, Браслав, Брест, Гомель, Гродно, Жлобин, Лида, Минск, Могилев, Мозырь, Мстиславль, Нарочь, Новогрудок, Орша, Пинск, Полоцк, Пружаны, Барановичи (рис. 1).

Данные по кислотности снежного покрова анализировались по имеющимся данным за 3 зимних сезона (2010–2011, 2011–2012, 2012–2013 гг.) по 22 пунктам отбора снежного покрова: Барановичи, Березинский заповедник, Бобруйск, Витебск, Волковыск, Высокое, Ганцевичи, Гомель, Горки, Гродно, Езерище, Костюковичи, Лида, Минск, Мозырь, Нарочь, Пинск, Полоцк, Пружаны, Славгород, Житковичи, Октябрь (рис. 1).

Рис. 1. Размещение пунктов мониторинга атмосферного воздуха на территории Беларуси [3]

Пространственные закономерности распространения кислотности жидких атмосферных осадков и снежного покрова выполнялись при помощи ГИС-технологий (ArcGIS 9.3) в приложении ArcMap. Для этого в проект были загружены следующие слои: «Города» (точечный слой) и «Районы» (полигональный слой).

Далее в атрибутивной таблице слоя «Города» были выбраны населенные пункты, в которых расположены метеостанции. С помощью команды «Экспорт данных» из выбранных объектов был создан и добавлен слой «Метеостанции».

Визуализация показателей pH жидких атмосферных осадков и снега была выполнена с помощью дополнительного модуля Spatial Analyst.

Для построения интерполяционной поверхности был использован метод Сплайн. Этот метод оценивает значения, сводя к минимуму общую кривизну поверхности, которая проходит точно через входные точки.

Динамика величин pH атмосферных осадков за 2009–2013 годы представлена на рис. 2. За период наблюдений кислотность атмосферных осадков на большинстве метеостанций изменялась в основном от 5 до 6,5. На отдельных станциях были зарегистрированы кислые осадки с pH<5 (Нарочь, Мозырь) и с pH>6,5 (Бобруйск, Могилев, Орша, Полоцк). Минимальное

значение pH было зарегистрировано на станции Нарочь в 2010 году (4,71), максимальное – на станции Бобруйск (6,78) в 2013 году.

Проанализировав среднемноголетние показатели pH, можно выделить метеостанции, для которых характерно регулярное выпадение кислотных осадков (pH<5,6): Брест, Лида, Мозырь, Нарочь (5,03). Для 8-ми метеостанций характерны нейтральные и реже слабощелочные атмосферные осадки с pH>6: Бобруйск (6,49), Браслав, Могилев, Мстиславль, Орша, Полоцк, Пружаны, Барановичи. Для остальных пунктов мониторинга характерны осадки со среднемноголетними величинами pH в пределах 5,6–6,0.

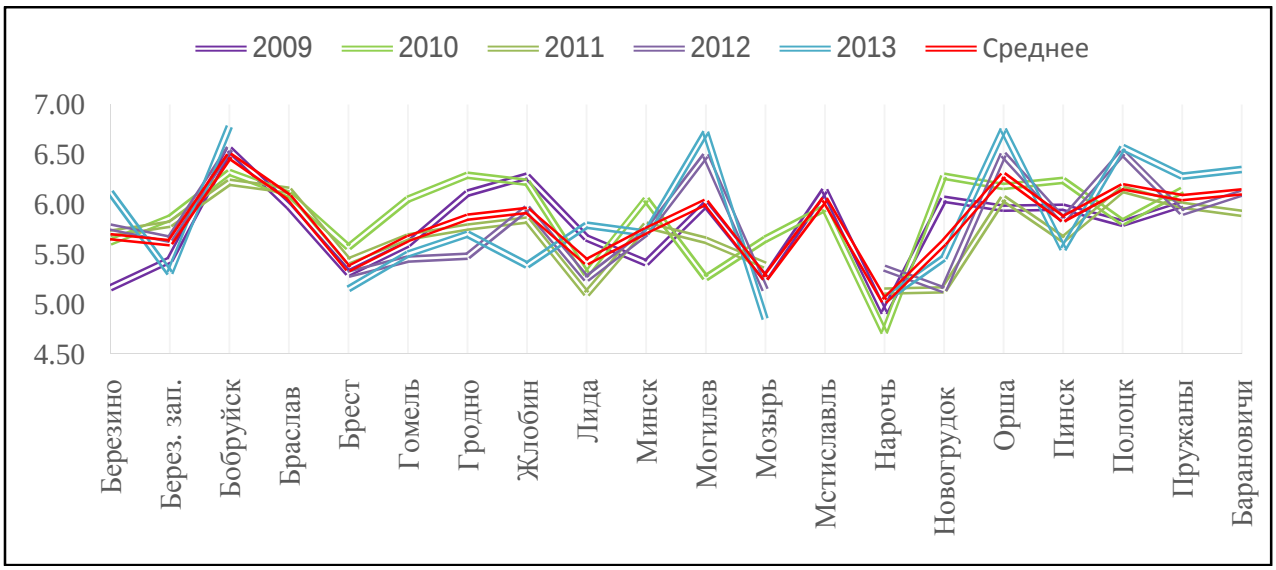


Рис. 2. Динамика показателей pH атмосферных осадков на территории Беларуси за 2009–2013 годы

Но представленные графики сложны для восприятия и не дают общего представления пространственного распределения кислотности атмосферных осадков, во-первых, на территории всей страны и, во-вторых, в районах, не обеспеченными метеостанциями мониторинга химического состава атмосферных осадков. С этой задачей справляются карты, выполненные при помощи ГИС-технологий, демонстрирующие большую наглядность. Они позволяют визуализировать закисление атмосферных осадков на региональном уровне, определять особенности пространственной структуры изучаемого процесса, выявлять критические зоны с кислыми, слабокислыми и слабощелочными осадками.

Пространственное распределение среднемноголетних показателей pH жидких атмосферных осадков (в виде дождя) представлено на рис. 3. Из карты видно, что на территории страны выделяются три основные области, где регулярно регистрируются атмосферные осадки с сильнокислой реакцией pH (<5,6): северо-западный (станции Нарочь, Лида), юго-западный (Брест) и юго-восточный (Мозырь). Даже в фоновой метеостанции на территории Березинского заповедника, осадки в среднемноголетнем разрезе демонстрируют слабокислую реакцию. При этом осадки с нейтральной реакций

стабильно выпадают в центральных (станции Барановичи, Бобруйск) и северо-восточных районах (станции Могилев, Орша, Полоцк) страны.

По направлению на восток и северо-восток кислотность осадков на территории Республики Беларусь заметно снижается. Это может быть обусловлено превалированием трансграничной составляющей кислотности осадков, формирующейся за пределами республики и приносимой к нам с западными ветрами. Второстепенную роль оказывают большее количество атмосферных осадков над возвышенностями в центральных районах страны и, соответственно, большая степень их разбавления и пропорциональное снижение кислотности.

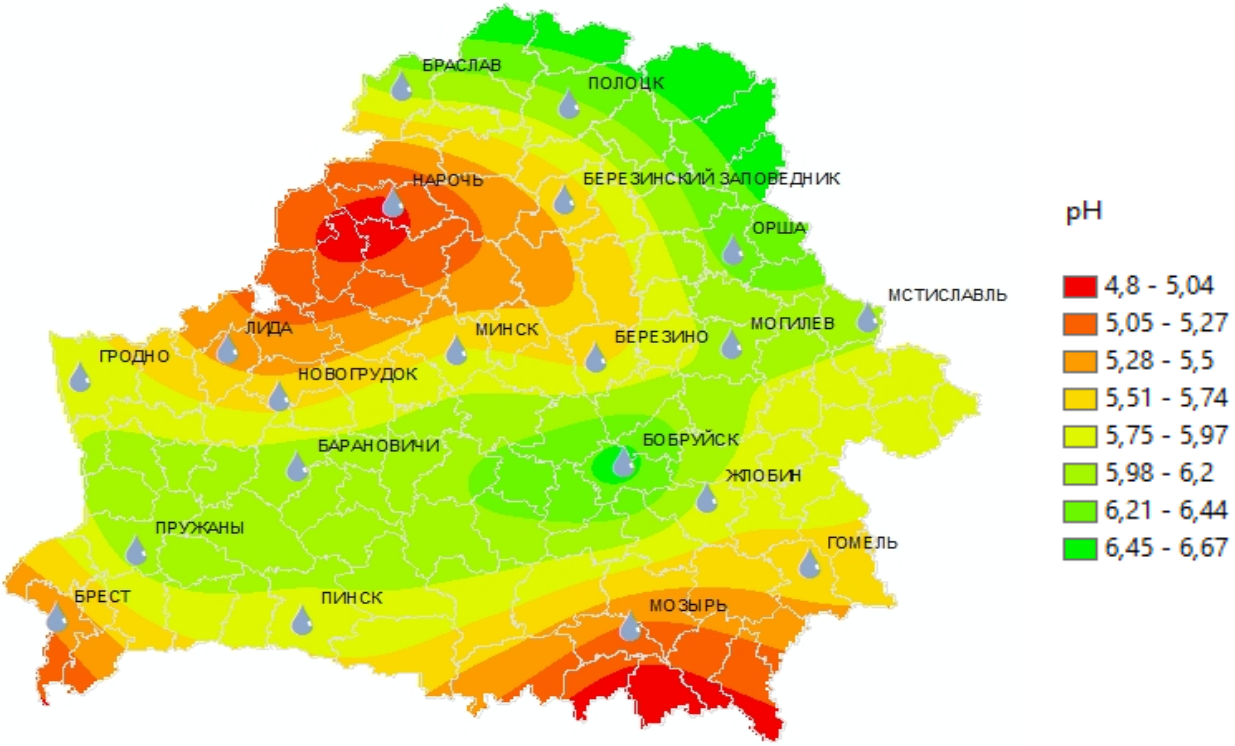


Рис. 3. Пространственное распределение среднемноголетних показателей pH жидких атмосферных осадков на территории Беларуси (2009–2013 гг.)

Кислотность снежного покрова является интегральной величиной и зависит не только от концентраций кислот, но и от наличия оснований, их нейтрализующих. За период наблюдений (2010–2013 гг.) кислотность снежного покрова по всем метеостанциям изменялась в пределах от 5,5 до 6,5. На отдельных станциях были зарегистрированы выпадения снега с pH<5,5 (Бобруйск, Гомель, Нарочь, Пинск, Славгород) и с pH>6,5 (Витебск, Ганцевичи, Горки, Езерище, Костюковичи, Полоцк).

Пространственное распределение среднемноголетних показателей pH снега показано на рис. 4. Сравнив среднемноголетние показатели pH дождя и снега, в целом следует отметить более щелочную реакцию снега по сравнению с дождем. Для большинства пунктов мониторинга характерна кислотность снежного покрова со среднемноголетними величинами pH в пределах 5,61–6,0. Для 8-ми метеостанций характерна стабильная нейтральная и слабощелочная

реакция снега с pH>6: Витебск, Ганцевичи, Горки, Лида, Минск, Мозырь, Полоцк, Октябрь. Выделяется пункт мониторинга, характеризующийся регулярной сильной кислотностью снега (pH = 5,61) – Волковыск. Максимальный среднемноголетний показатель pH стабильно регистрируется на станции Витебск (6,35).

Как видно из рис. 4, кислотность снежного покрова на территории Беларуси приобретает субмеридиональное распределение. Так, с северо-востока на юго-запад страны можно выделить 4 сменяющие друг друга области с различной кислотностью снежного покрова: область со слабощелочным и нейтральным снегом (Полоцк, Витебск, Езерище); область со слабокислой реакцией снега (Нарочь, Бобруйск); область с нейтральным снегом (Лида, Ганцевичи, Мозырь); область со слабокислой и кислой реакцией снега на юге и юго-западе (Волковыск, Пинск).

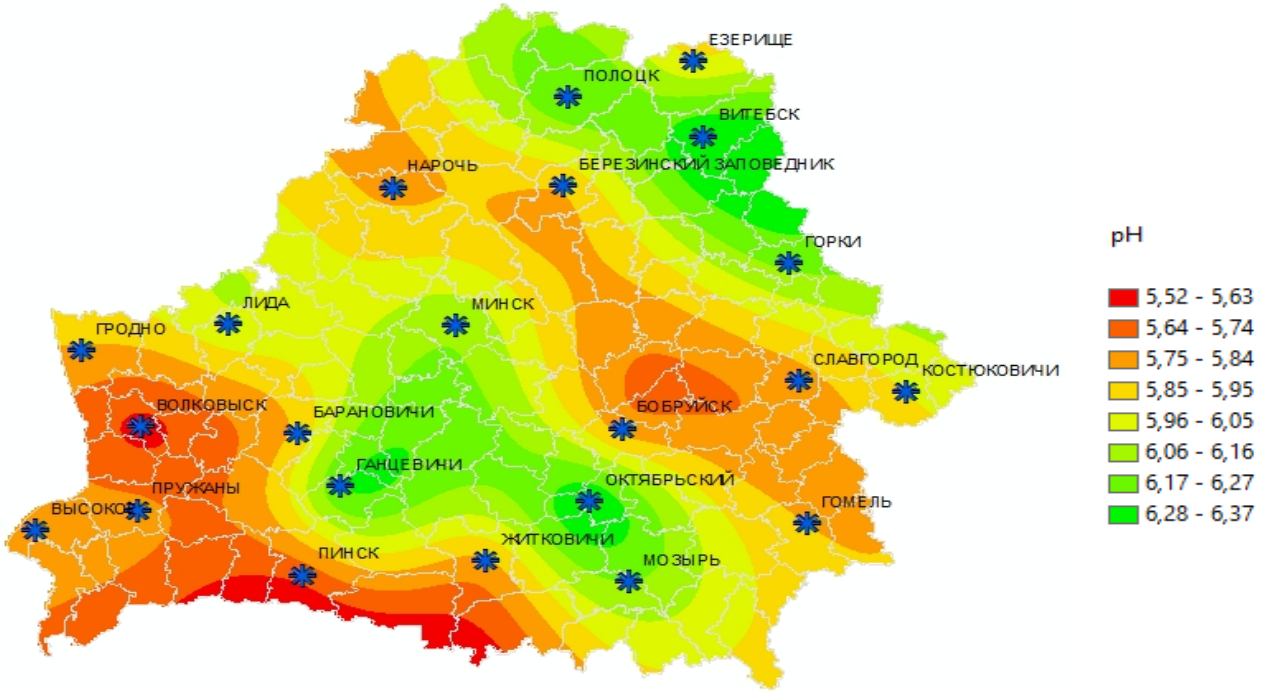


Рис. 4. Пространственное распределение среднемноголетних показателей pH снега на территории Беларуси (2010-2013 гг.)

Таким образом, крайний северо-запад и крайний юго-запад территории страны регулярно выделяются более кислыми атмосферными осадками на протяжении года (как в виде дождя, так и в виде снега). Напротив, северные и северо-восточные районы отличаются стабильными нейтральными осадками. Учитывая преобладающую розу ветров, можно предположить, что подобная дифференциация кислотности атмосферных осадков обязана преимущественно привносом загрязняющих веществ и, соответственно, кислот с трансграничным переносом воздушных масс с западными ветрами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кислотные выпадения. Долговременные тенденции / пер. с англ. под ред. Ф.Я. Ровинского, В.И. Егорова – Л.: Гидрометеоиздат, 1990. – 184 с.

2. Состояние природной среды Беларуси. Экологический бюллетень 2009–2012 годы. Мн., 2010–2014.
3. Мониторинг атмосферного воздуха [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rad.org.by/snob/shema-razmescheniya-punktov-monitoringa-atmosfernogo-vozduha.html.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ ARCGIS ONLINE «A STORY MAP» ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИНТЕРАКТИВНЫХ КАРТ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Я.Г. Янчук
студентка 3-го курса кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

С.М. Токарчук
к.г.н., доцент, доцент кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

Проблема состояния окружающей среды приобрела особую актуальность в середине XX века. Экологические проблемы существуют не только в городах, однако их изучение более востребовано в пределах городских территорий, т.к. здесь сконцентрирована большая часть населения, они подвергаются большей трансформации. Существует большое количество работ, посвященных данному направлению. Однако они приобрели бы большую ценность, если бы сопровождались картографическим материалом, который дает визуализированное представление об исследовании. Карты позволяют детально представить какую-либо территорию с ее особенностями и дают возможность сопроводить это текстовым и графическим материалом.

Так, например, возникло экологическое картографирование, целью которого является анализ экологической обстановки и ее динамики, т.е. выявление пространственной и временной изменчивости факторов природной среды, воздействующих на здоровье человека и состояние экосистем. Для достижения этой цели требуется выполнить сбор, анализ, оценку, интеграцию, территориальную интерпретацию и создать географически корректное картографическое представление весьма многообразной, нередко трудно сопоставимой экологической информации. Благодаря техническому прогрессу стало возможным создание карт в системе ГИС.

В настоящей работе приводится тестовый опыт реализации идеи использования приложения ArcGIS Online «A story map» для создания эколого-географических интерактивных карт городской среды. Данное приложение было выбрано исходя из его следующих преимуществ:

- приложение достаточно простое для обучения и использования;

· приложение очень наглядное, т.к. включает не только описание точки, которую мы наносим на карту, но и дает возможность привязать к ней фотографию;

· каждая точка может иметь не только название, но и краткое описание и т.д.

На основе свойств и особенностей данного приложения была разработана геоинформационная модель изучения экологического каркаса крупного города Беларуси (на примере Бреста).

Данная модель заключается в создании серии web-приложений отображающих состояние, проблемные ситуации и другие особенности основных элементов экологического каркаса г. Бреста. Первоначально планируется создать ряд приложений трех основных типов:

· инвентаризационные (водные объекты города, ландшафтно-рекреационные территории, основные источники загрязнения города и др.);

· геоэкологические (влияние природных и антропогенных факторов на элементы экологического каркаса города);

· эколого-туристические (тематические экологические тропы в городе).

В настоящий момент выполнено три пилотных приложения для каждого из описанных выше блоков:

1. «Ландшафтно-рекреационные территории города Бреста» (инвентаризационный).

2. «Влияние засухи 2015 г. на элементы экологического каркаса» (геоэкологический).

3. «Мухавец – городская река» (эколого-туристический) (рис. 1).

На примере данных пилотных туров разработан алгоритм (методика) создания web-приложений для экологического каркаса г. Бреста. Данный алгоритм включает несколько ключевых моментов.

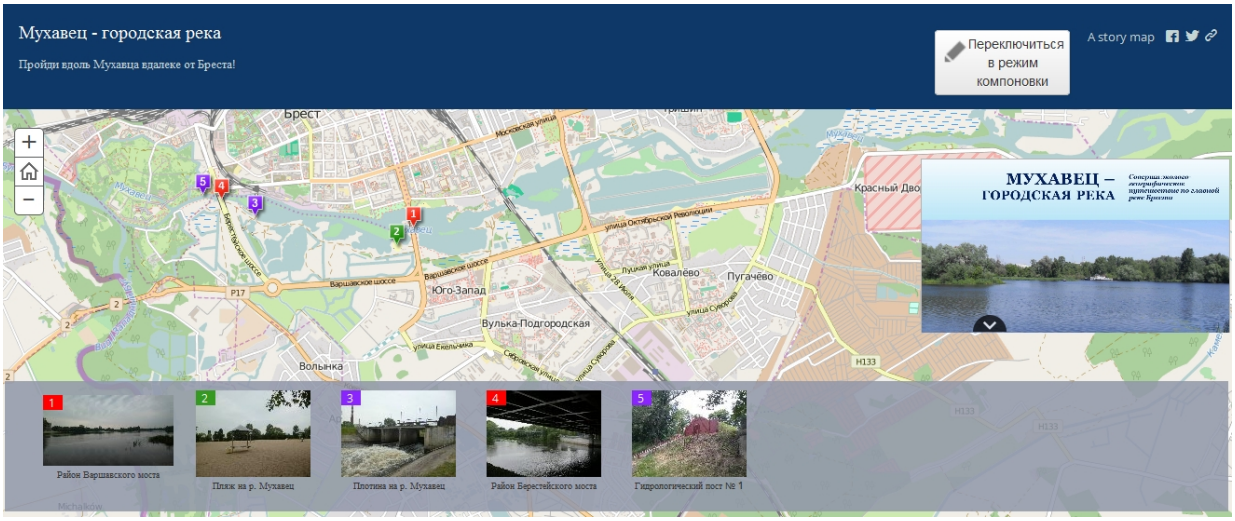


Рис. 1. Пилотный проект web-приложения «Мухавец – городская река»

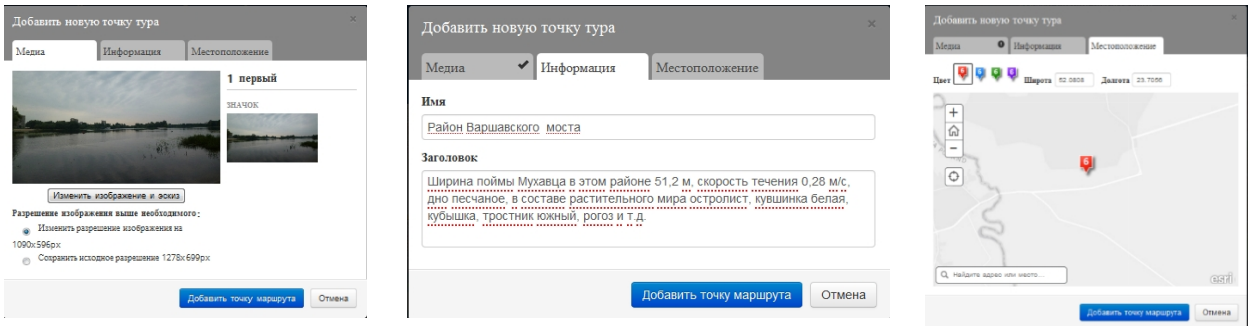
Во-первых, для выполнения приложений первоначально необходимо создать базу данных, которая включает следующие поля: номер точки,

фотография, название точки (имя), описание (заголовок), цвет значка, широта и долгота (рис. 2). Таким образом, база данных включает все атрибуты, необходимые для создания приложения, которые также расположены в порядке их внесения (рис. 3).

ID	фотография	Название (Имя)	Описание (заголовок)	цвет значка	широта	долгота
1.		Район Варшавского моста	Ширина поймы Мухавца в этом районе 51,2 м, скорость течения 0,28 м/с, дно песчаное, в составе растительного мира остролист, кувшинка белая, кубышка, тростник южный, рогоз и т.д.	красный	52.08086	23.705624
2.		Пляж на р. Мухавец	Песчаный пляж, который благоустроен и полностью адаптирован к отдыху людей. Имеются скамейки, мусорные урны, места для переодевания. Рядом находится спасательная служба.	зеленый	52.078884	23.702552
3.		Плотина на р. Мухавец	Регулирует уровень воды в реке, т.к. река судоходна. Осуществляется переправка песка в Брестский речной порт.	фиолетовый	52.082172	23.676474
4.		Район Берестейского моста	Ширина поймы Мухавца на данном участке 55 м, скорость течения 0,11 м/с (обусловлено влиянием преобладающего западного ветра, направленного против течения), дно песчаное. В составе растительного мира остролист, кувшинка белая, кубышка, тростник южный, рогоз и т.д. происходит слив в реку ливневой канализации.	красный	52.084059	23.67023
5.		Гидрологический пост № 1	Гидрологические наблюдения в районе крепости начались в 1877 году на р. Западный Буг. Первый гидрологический пост на р. Мухавец был открыт в 1878 г. В пределах города Бреста, участок от плотины до впадения Мухавца в Западный Буг – это единственное место, где можно делать наиболее точные и объективные замеры скорости течения воды, уровня реки, ее глубины, температуры воды, влажности, давления, количества выпавших осадков и расхода речной воды.	фиолетовый	52.084524	23.666943

Лист1

Рис. 2. База данных для создания web-приложения «Мухавец – городская река»



Шаг 1 *Шаг 2* *Шаг 3*

Рис. 3. Порядок добавления информации о точке маршрута на карту

При создании базы данных необходимо решить несколько основных задач:

· Для каждой точки тура может быть вставлена как одна фотография, которая будет являться как значком (расположенным внизу приложения) так и изображением (т.е. фотографией, которая появляется при нажатии на данный пункт маршрута), так и две разные фотографии. В большинстве случаев для точки вставлялась только одна фотография, но, например, для приложения «Ландшафтно-рекреационные территории г. Бреста» при описании крупных территорий (парков и др.) изображением служил коллаж из четырех фотографий отображающих элементы экологического каркаса в его пределах (рис. 4). Кроме того, при создании маршрутов использовались только собственные фотографии.

· Для всех туров были созданы вводные (титульные) слайды, которые загружаются на начальном этапе открытия приложения (рис. 5).

· Имя и заголовок для каждой точки создавались исходя из особенностей приложения. Например, для инвентаризационного приложения – это название объекта и его краткая характеристика (рис. 6), а для эколого-туристического – краткий текст, который можно было бы рассказать потенциальному экотуристу.

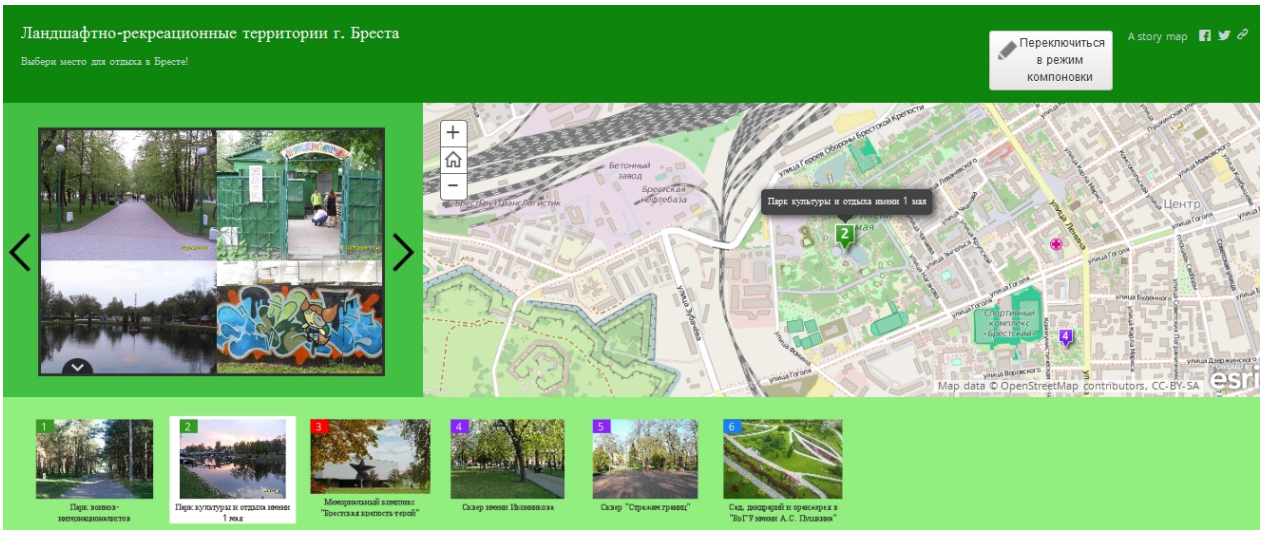


Рис. 4. Представление двух разных снимков для одной точки приложения

Рис. 5. Титульные страницы для созданных пилотных приложений

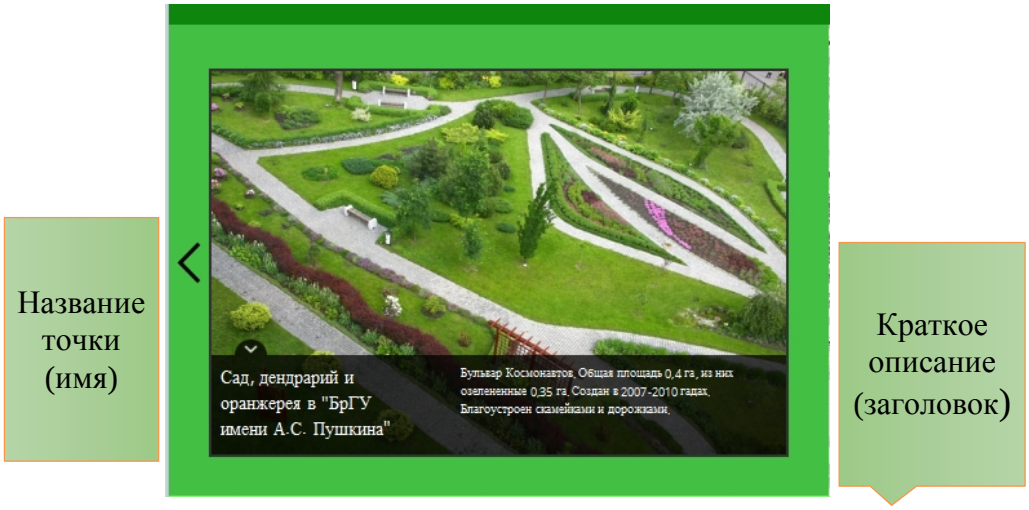


Рис. 6. Пример имени и заголовка точки тура для приложения «Ландшафтно-рекреационные территории г. Бреста»

· Для каждого приложения была разработана система цветовых значков, отображающая различия точек приложения между собой. Например, для приложения «Ландшафтно-рекреационные территории г. Бреста» была выбрана следующая система значков: красный – мемориальный комплекс, зеленый – парки, фиолетовый – скверы, голубой – сады, дендрарии и др.

Во-вторых, кроме сбора информации и создания базы данных, при создании web-приложения решались также следующие проблемы:

· базовой картой для создания приложений была выбрана карта OpenStreetMap;

· в верхней левой части приложения были предложены не только названия, но и своеобразные слоганы (девизы) для каждого приложения (рис. 1, 4);

· для разных туров использовались разные типы компоновок (рис. 1, 4);

· каждый тур имеет свой цвет в зависимости от его тематического содержания (рис. 1, 4);

· экстент тура создавался таким образом, чтобы в максимально возможном увеличении находились все точки приложения (рис. 1);

· при показе каждой отдельной точки приложения применялась возможность масштабирования. Выбирался такой уровень масштабирования, при котором самый большой объект данного приложения при его отображении на карте показывался на все окно. Например, в приложении «Ландшафтно-рекреационные территории г. Бреста» самым большим по площади является мемориальный комплекс «Брестская крепость-герой», для которого был выбран 14 уровень масштабирования, позволяющий отобразить в окне карты всю крепость (рис. 7)).

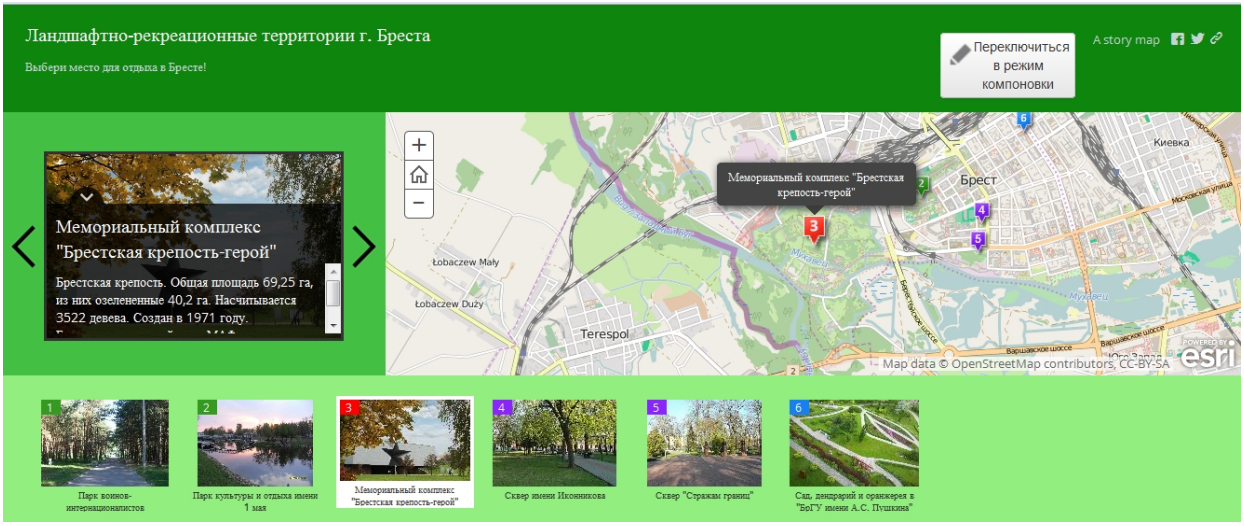


Рис. 7. Уровень масштабирования для web-приложения «Ландшафтно-рекреационные территории г. Бреста»

Таким образом, на примере трех пилотных web-приложений была апробирована идея создания геоинформационной модели изучения экологического каркаса крупного города Беларуси (на примере Бреста) и

разработан алгоритм (методика) создания web-приложений для экологического каркаса города Бреста. В дальнейшем планируется создать серию приложений в сети Интернет, для того, чтобы в любой точке мира можно было увидеть эколого-географические особенности Бреста.

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОЙ БАЗЫ ГЕОДАННЫХ СПЕКТРАЛЬНЫХ ОБРАЗЦОВ АГРОКУЛЬТУР БЕЛАРУСИ НА ОСНОВЕ ПОЛЕВОГО СПЕКТРОМЕТРИРОВАНИЯ И МАТЕРИАЛОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

А.О. Хрущева, А.В. Лещенко
студенты 5-го курса кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

А.Ю. Сивенков
аспирант 3-го года обучения кафедры динамической геологии
географического факультета Белорусского государственного университета

Е.В. Казяк
преподаватель кафедры геодезии и картографии
географического факультета Белорусского государственного университета

Суть дистанционных исследований при картографировании растительности сводится к анализу связей между свойствами объектов и их изображением на космических снимках, которые позволяют выявлять основные тенденции и закономерности в динамике различных временных и пространственных параметров экосистем.

Характерным признаком растительности и ее состояния является спектральная отражательная способность, характеризующаяся большими различиями в отражении излучения на разных диапазонах длин волн. Знания о связи структуры и состояния растительности с ее спектральными отражательными способностями позволяют использовать материалы дистанционного зондирования Земли для картографирования и идентификации типов растительности, в том числе, их стрессового состояния [6].

Многие авторы [1–3, 7] рекомендуют создание спектральных библиотек – банка данных спектральных образцов для сохранения сведений об отражении различных объектов и процессов и обеспечения автоматизированного анализа.

Прообразом современных спектральных библиотек можно считать «Атлас спектральных кривых отражения природных образований», составленный Л. Е. Криновым в 1938 г. Опубликованная в 1947 г. работа содержит данные по спектральной отражательной способности лесных насаждений, кустарников, травяного покрова, мхов, полевых и огородных культур, грунтов и почв, искусственных материалов в разных природных зонах [5]. Из исследуемых сельскохозяйственных культур в книге представлены гречиха, капуста, клевер,

картофель, кукуруза, овес, пшеница, ячмень, чечевица, озимая рожь, хлопок и просо (образцы для спектрометрирования отбирались в черноземной области, преимущественно за одну или две фазы развития).

Нередко авторы работ, демонстрируя преимущества тех либо других методик, ограничиваются анализом спектральных кривых из общедоступных баз данных. На сегодняшний день существует ряд таких библиотек (ASTER Spectral Library [9], USGS Digital Spectral Library [10], Vegetation Spectral Library и др.). В них содержатся данные о спектральной отражательной способности минералов, горных пород, грунтов, жидкостей, летучих соединений, растительности (древесно-кустарниковая), искусственных материалов. Достоинством этих цифровых библиотек является высокое спектральное разрешение данных, представленных в диапазоне от 0,2 до 150 микрометров, строгая геодезическая привязка исследованных поверхностей и сопровождающие их фотоматериалы. Однако в данных библиотеках информации именно о спектрах агрокультур, выращиваемых в природной зоне смешанных и широколиственных лесов, не содержится.

Крупная база данных представлена с 2010 г. на сайте GIS-Lab. В ней имеются кривые для трех типов объектов – растительности, антропогенных объектов и грунтов. Главный недостаток данной базы заключается в том, что спектры взяты из различных литературных источников путем оцифровки графиков КСЯ (коэффициентов спектральной яркости). Относительно агрокультур представлен достаточно узкий список: кукуруза, пшеница, клевер, картофель и ячмень [8].

Таким образом, можно утверждать следующее:

· представленная в спектральных библиотеках информация о КСЯ объектов зачастую разрозненна, не систематизирована и представлена в основном в виде книжных каталогов на бумажных носителях в графической форме;

· очень ограничен набор кривых для культур, относящихся к сельскохозяйственной растительности;

· спектральные кривые зачастую созданы в лабораторных условиях и не учитывают влияние природных факторов и атмосферных особенностей;

· одномоментность данных (современные геоинформационные системы сбора и обработки космических снимков растительных покровов суши используют спектральные портреты наземных измерений, не учитывающие их сезонные изменения и состояние растительности);

· отсутствие сопроводительной информации о морфометрических характеристиках культур и состоянии их развития;

· образцы кривых КСЯ были отобраны в регионах, отличных по физико-географическим условиям от Беларуси.

Отсутствие подробных общедоступных спектральных библиотек для агрокультур связано не столько с их невостребованностью, сколько со сложностью их создания из-за динамичности спектральных свойств сельскохозяйственных посевов вследствие фенологических изменений в

течение вегетационного сезона, а также существенной зависимости спектрального отклика растений от различных природных условий [4].

Таким образом, для дистанционного распознавания посевов агроэкосистем Беларуси целесообразным создание собственной спектральной библиотеки.

Для этих целей был выбран ряд агрокультур, наиболее типичных для зоны смешанных и широколиственных лесов, и широко представленных в Беларуси, а именно: озимые тритикале, пшеница и рапс, яровые ячмень, пшеница и овес, кукуруза, картофель, сахарная свекла и многолетние травы. Выбор данных культур также обусловлен тем, что при визуальном и автоматизированном дешифрировании этих растений по космическим снимкам часто наблюдаются ошибки распознавания.

Тестовые полигоны были расположены в Минском районе в пределах сельскохозяйственного предприятия «Агрокомбинат Ждановичи». Закладка площадок проходила на выровненных участках рельефа, на достаточном удалении от дорог, зданий и пр., в местах с однородной растительностью. Местоположение полигонов фиксировалось с помощью GPS.

Измерения проводились в период вегетации агрокультур: от всходов до момента созревания посевов. При этом временной интервал составлял 13–15 дней, что позволяет провести изучение спектрального откика растений для каждой фазы их развития (появление всходов, кущение, трубкование, колошение и т.д.). Также учет спектров отражения проводился и по спутниковым данным. Для этого использовались космические снимки Landsat 8, которые подбирались на даты максимально близкие к полевым работам (табл. 1).

Табл. 1. График полевых работ на тестовом полигоне в 2015 г.

Дата полевых работ	*Материалы ДДЗ*	*Дата полевых работ*	*Материалы ДДЗ*
22.03	17.03	16.06	14.06
12.04	11.04.	02.07	07.07
27.04	облачность	18.07	25.07
07.05	04.05.	04.08	08.08
22.05	20.05	18.08	24.08
06.06	05.06	30.08	02.09

Полевое наземное спектрометрирование проводят при непосредственном нахождении на объекте исследования. Для проведения полевых исследований использовался прибор фотоспектрорадиометр (ФСР), разрабатываемый в НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ. ФСР предназначен для регистрации спектров и изображений исследуемых объектов в видимом диапазоне (400–900 нм) со спектральным разрешением 2–3 нм. Спектрометр устанавливают на высокие штативы, мачты или механические подъемники (автовышки). На тестовом полигоне прибор устанавливался на штатив. Измерения проводились в надир. Регистрация спектров яркости проводилась с 10 до 14 часов для одних и тех же точек.

Для полигонов каждой из культур проводилась закладка 3–4 площадок, на которых снималось до 20 спектров, которые затем усреднялись. Помимо

регистрации спектров проводились фотографирование и визуальный осмотр культур (фиксировалась высота, фаза вегетации, общее проективное покрытие посевов и рассчитывался листовой индекс).

Полученные данные затем экспортировались в MS Excel для дальнейшей статистической обработки. Поскольку спектральные библиотеки содержат информацию о значениях коэффициентов отражения на поверхности земли, выражаемых, как правило, в долях единицы, яркости пикселей должны быть приведены к такому же виду. В связи с этим был выполнен пересчет яркостей пикселей в коэффициент отражения (значения 0–1) и устранено влияние атмосферы (в результате атмосферной коррекции). В ходе обработки спектральной информации проходило построение кривых спектральной яркости для каждой из культур. Зарегистрированные спектры яркости были оцифрованы и занесены в специально разработанную базу данных в среде Microsoft Access, которая позволила упорядочить хранение данных, облегчить их ввод, поиск и обработку.

В результате обработки полученных в полевых условиях значений спектральных коэффициентов яркостей (СКЯ) посевов и анализа спутниковых изображений была сформирована «Электронная база геоданных спектральных образцов сельскохозяйственных культур Беларуси» (рис.1, *а*).

Особенность разработанной базы заключается в том, что в ней содержатся данные о спектральной отражательной способности большинства типичных для страны агрокультур (рис. 1, *б*). При этом спектры отражения приводятся за весь период вегетационного развития (рис. 1, *в*) и на каждую из указанных в базе дат представлены два типа спектрометрии – полевой и на основе спутниковых снимков Landsat 8 (рис. 1, *г*). Например, кривая КСЯ озимой пшеницы за 24 апреля, полученная по результатам полевого спектрометрирования, представлена на рис. 1, *д*.

База данных также содержит сведения о дате регистрации посевов, спектральном разрешении, цифровые значения и графическое отображение в виде графика значений СКЯ, информацию об ОПП, высоте растений и фазе их развития.

Таким образом, при создании представленной базы данных был выполнен системный анализ накопленных сведений по спектральной отражательной способности агрокультур. Обработка и анализ спектрофотометрической информации, полученной на основе космических и полевых измерений, позволяет судить о возможности использования тонких спектральных отличий для изучения пространственного распределения различных видов растительности и ее экологического состояния.

Информация, содержащаяся в базе данных, может быть применена для прогнозирования состояния растительности посевных площадей. Представленные в базе данных кривые спектральной яркости могут быть также использованы в качестве эталонов при проведение автоматизированного распознавания агрокультур (классификация с обучением).

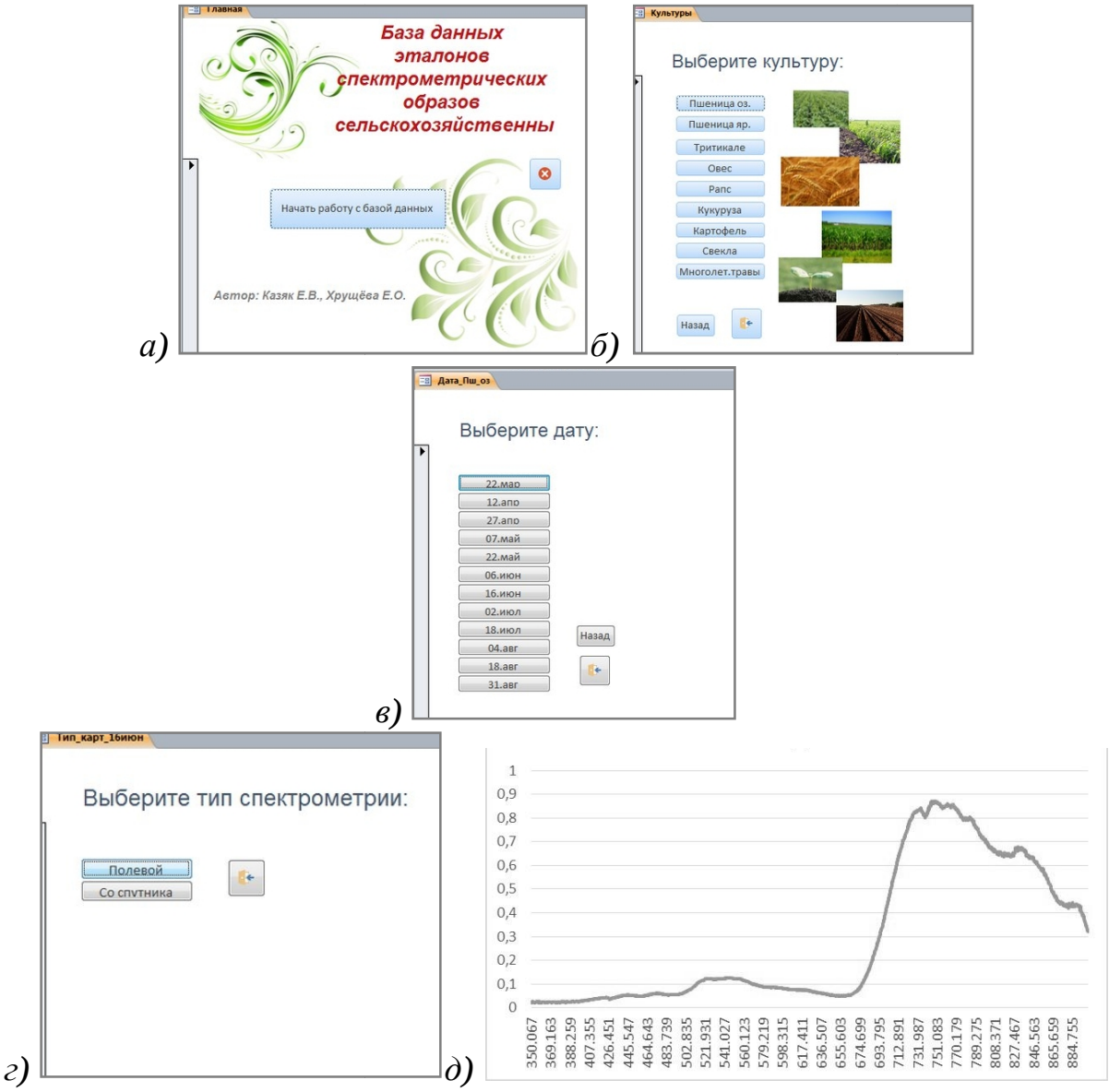


Рис. 1 . Фрагменты содержания электронной базы геоданных спектральных образцов сельскохозяйственной растительности Беларуси

Исследование выполнено при финансовой поддержке гранта РФФИ мол_нр, № 15-35-51243.

ЛИТЕРАТУРА

1. Выгодская, И.Н. Теория и эксперимент в дистанционных исследованиях растительности / И.Н. Выгодская, И.И.Горшкова. – М.: Гидрометеоиздат, 1987. – 246 с.

2. Григорьева, О.В. Проблемы создания и информационного наполнения базы данных по коэффициентам спектральной яркости объектов наземных экосистем / О.В.Григорьева, О.В. Чапурский // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – Т.9 – 2012. – № 3. – С. 18-25.

3. Дейвис, Ш.М. Дистанционное зондирование: количественный подход / Ш.М. Дейвис, Д.А. Ландгребе, Т.Л.Филипс [и др.]. – М.: Недра, 1983. – 415 с.

4. Казяк, Е.В. Спектральные преобразования космических снимков Landsat 8 для картографирования растительности агроэкосистем / Е.В. Казяк, А.В. Лещенко // Сб. материалов Междунар. науч. конф. «Дистанционные методы зондирования Земли и

фотограмметрия, мониторинг окружающей среды, геоэкология» Т. 1. – Новосибирск: СГУГиТ. – С. 79–83.
5. Кринов, Е.Л. Спектральная отражательная способность природных образований / Е.Л. Кринов. – М.: изд. АН СССР, 1947. – 272 с.
6. Лабутина, И.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков / И.А. Лабутина. – М.: Аспект Пресс, 2004. – 184 с.
7. Jensen, J.R. Remote Sensing of the Environment: An Earth Resource Perspective / J.R. Jensen. – NJ., Prentice Hall, 2000. – 544 p.
8. Спектральная библиотека GIS-Lab [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://gis-lab.info/projects/spectra.
9. ASTER Spectral Library [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://speclib.jpl.nasa.gov/search-1.
10. USGS DIGITAL Spectral Library [Электронный ресурс]. Режим доступа:http://speclab.cr.usgs.gov/spectral-lib.html.

ТИПОЛОГИЯ ЛАНДШАФТОВ ЗАПАДНО-БЕЛОРУССКОЙ ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОВИНЦИИ ПО СТЕПЕНИ АНТРОПОГЕННОЙ ПРЕОБРАЗОВАННОСТИ

А.С. Скачкова
аспирант 3-го года обучения кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович
к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Современное воздействие человека на ландшафт широко и разнообразно. Различные виды природопользования и связанные с ними способы воздействия на ландшафт в пределах данного региона складываются на протяжении длительного времени в определенные системы. Каждому исторически установившемуся виду природопользования соответствует определенное территориальное и функциональное сочетание целей, видов и способов преобразующего воздействия на природный ландшафт. Поэтому структура использования земель часто рассматривается как диагностический признак при классификации и оценке состояния ландшафтов. В свою очередь землепользование (Land Use/Land Cover) – классическая сфера приложения материалов космических съемок. В данной работе рассматривается возможность использования данных дистанционного зондирования (ДДЗ) для оценки степени антропогенной трансформации ландшафтов.

Первое определение и несколько вариантов классификации антропогенных модификаций природных ландшафтов (природно-антропогенных ландшафтов – ПАЛ) принадлежат Ф.Н. Милькову [1–3]. Предложенная им функциональная классификация содержит в себе и момент оценки антропогенной

преобразованности на основе соотношения измененных и естественных ландшафтов. Подобные критерии использованы при классификации ПАЛ Беларуси И.И. Счастной, Н.К. Клицуновой [4]. П.Г. Шищенко предложил вычисление коэффициента антропогенной преобразованности ($К_{АП}$) для перевода сложных соотношений между различными землями в единую метрику [5]:

$$K_{АП} = \sum_{i=1}^{n}(r_i \rho_i P_i) \quad (1),$$

где $K_{АП}$ – коэффициент антропогенной преобразованности, r_i – ранг антропогенной преобразованности, ρ_i – индекс глубины антропогенной преобразованности, P_i – доля площади различных земель.

Табл. 1. Значения рангов и глубины антропогенной преобразованности для различных земель [5]

Земли	*Ранг антропогенной преобразованности*	*Индекс глубины антропогенной преобразованности*
ООПТ	1	1
Леса	2	1,05
Болота	3	1,1
Луга	4	1,15
Пашня	6	1,25
Городская застройка	8	1,35

Коэффициент изменяется в границах $0 \leq K_{АП} \leq 10$, где 0 – отсутствие антропогенного вмешательства, 10 – полностью преобразованный ландшафт.

А.В. Пучкин отмечает ограниченность подобных подходов и указывает на необходимость учитывать степень изменения вертикальной структуры геосистем в оценке антропогенной преобразованности [6]. Однако применение таких методик возможно только для крупномасштабного картографирования. В то время как методики с использованием данных дистанционного зондирования отдают предпочтение обзорности за счет потери детальности.

Актуальность исследования антропогенных модификаций природных ландшафтов заключается не только в оценке уже существующей нагрузки на геосистемы, но в значительной степени в возможности прогнозирования и планирования будущего состояния природно-территориального комплекса под постоянным воздействием человека. Высокая динамичность антропогенных ландшафтов – прямой результат вмешательства человека в их структуру. С такой точки зрения не последнюю роль играет изучение динамики ландшафта, фиксация его состояния. В данном случае были использованы 5 временных срезов с 1975 по 2014 гг.

В качестве исходных данных для анализа были использованы пять растровых слоев, полученных путем последовательного иерархического дешифрирования [8] земель по материалам космических съемок спутниками миссии Landsat с 1975 по 2014 гг. Чтобы обеспечить непрерывное покрытие данными, составлялись мозаики изображений на интервалы 1975–1979, 1985–1989, 1990–1994, 2000–2004, 2010–2014 гг. (рис. 1). Растровые слои имеют

пространственное разрешение, соответствующие исходным космическим снимкам (60 м для 1975–1979 гг. и 30 м для остальных интервалов).

Первой задачей является определить тот уровень детализации либо генерализации, на котором структура использования земель может быть признаком для типизации и диагностики состояния ландшафтов. Для этого была проанализирована современная структура землепользования.

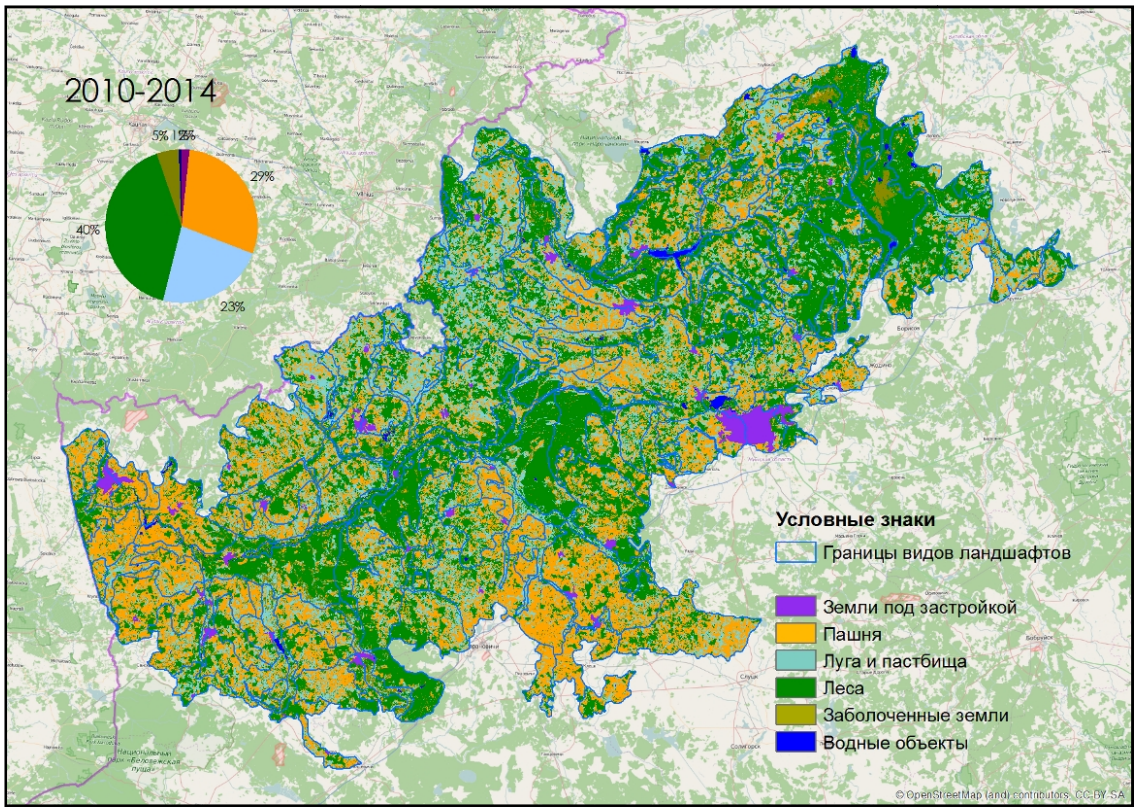


Рис. 1. Пример растрового покрытия земель для временного интервала 2010-2014 гг.

На первом шаге была рассчитана сумма площадей различных земель по контурам ландшафтов. Контуры сняты с Ландшафтной карты БССР 1984 г. 1 : 600 000 [9]. Площади рассчитаны отдельно для уровней подтипов, групп родов, родов (отдельно: генезис, дренированность, почвенно-растительный покров в пределах рода), подродов (отдельно: литология и степень распаханности в пределах подрода), вид (отдельно: мезорельеф, растительность, почвы), подрод (отдельные контура). На втором шаге рассчитана метрика Евклидова расстояния между отдельными выделами. На третьем шаге полученные метрики проанализированы как параметр разделимости между группами на каждом уровне. Результаты расчетов показали, что наибольшие отличия между контурами присутствуют на уровне подродов (литология) и отдельных выделов (подвидов) ландшафтов. Таким образом, дальнейшие исследования производились по отдельным выделам ландшафтов.

Следующим этапом анализа является выработка типологии ландшафта на основе соотношения различных земель. Следует отметить, что предлагаемая

типология не является классификацией ПАЛ или ее модификацией, хотя и использует ту же основу. Она является именно типологией, используемой для «сжатия» данных.

Для разделения контуров подвидов ландшафтов по группам была использована матрица расстояний, рассчитанная на предыдущем этапе. По ней выполнена классификация деревом решений, порогом выбрана высота среднего для матрицы расстояния. Результаты автоматического разбиения были проанализированы и предложены следующие пороговые значения для типизации ландшафтов (табл. 2). Колонка «Степень преобразованности» содержит значения коэффициента антропогенной преобразованности ($К_{АП}$), формула (1); как видно из таблицы различные направления хозяйственного использования хорошо группируются по этому параметру. Поэтому предложено использовать его для оценки степени преобразованности. Таким образом, при типизации используется двухуровневая оценка состояния преобразованности: на первом уровне учитывается метрика $К_{АП}$, на втором – характеристика направления использования земель.

На рисунках 2–4 приведены результаты расчетов площадей различных земель, площадей ландшафтов различной степени преобразованности и пример карты за 2010–2014 гг.

Современная структура использования земель обусловлена природными и социально-экономическими предпосылками. Так, сельскохозяйственные земли практически равномерно распространены в пределах всех высотных ступеней ландшафтов, однако наибольшую долю они занимают в пределах холмисто-моренно-эрозионных равнин и возвышенностей. Большая площадь возделываемых земель приходится на верхнюю и среднюю высотные ступени. Наибольшая доля пастбищ наблюдается в пределах высотной ступени менее 150 м: речных долин, нерасчлененных комплексов, а также водно-ледниковых равнин. Доля переувлажненных земель падает от нерасчлененных комплексов с преобладанием болот к возвышенным группам с 20 до 5 % соответственно. Сформировались ядра экологической сети – охраняемые территории, связанные между собой лесными и болотными массивами, долинами рек.

Следует отметить, что за последние 20–25 лет произошла значительная трансформация структуры земель в сторону стабилизации землепользования. Значительно уменьшилась доля сильно трансформированных ландшафтов, структура земель приблизилась к оптимальной [10]. Снизилась площадь пашни, что связано не только с оптимизацией сельскохозяйственного землепользования, но и уменьшением количества населения. Прирост застроенных земель наблюдается в городах областного и республиканского подчинения, в то время как площадь малых городов на протяжении десятилетий практически не меняется. Площадь средостабилизирующих видов земель, формирующих природный каркас территории (естественные луговые земли, лесные земли, земли под древесно-кустарниковой растительностью, болотами и водными объектами) в последние годы постоянно растет.

Табл. 2. Типизация ландшафтов по направлению хозяйственного использования на основе соотношения типов земных поверхностей

Типы землепользования	*Земли*						*Степень преобразованности (по [5])*
	Под застройкой	*Пашня*	*Луга и пастбища*	*Леса*	*Болота*	*ООПТ*	
Охраняемые						>=30%	Непреобразованные (1-3,2)
Лесные		<40%		>=60%	<15%		
Лесо-луговые		<25%	<30% (и больше пашни)	>=40%	<15%		Слабо преобразованные (1,32-4,2)
Лесо-лугово-болотные		<10%	>=15%	>=40%	>=15%		
Лесополевые		>=20 (и больше лугов и пастбищ)	<20%	>=40%	<15%		Средне-преобразованные (4,2-5)
Луговые		<30%	>=50%	<25% (и меньше пашни)	<15%		
Лугово-болотные		<25%	>=25%	<25% (и меньше пашни)	>=15%		
Лугово-лесные		<35%	>=40%	<35% (и меньше пашни)	<15%		
Лугово-пахотные		<40%	>=40%	<25% (и меньше пашни)	<15%		
Пахотные		>=60%	<40%	<10%	<5%		Сильно преобразованные (5-6,8)
Пахотно-луговые		>=40%	<35% (и больше лесов)	<25%	<15%		
Пахотно-лесные		>=40%	<25%	<35% (и больше лугов и пастбищ)	<15%		
Селитебные	>=30%						Полностью преобразованные (6,8 и выше)

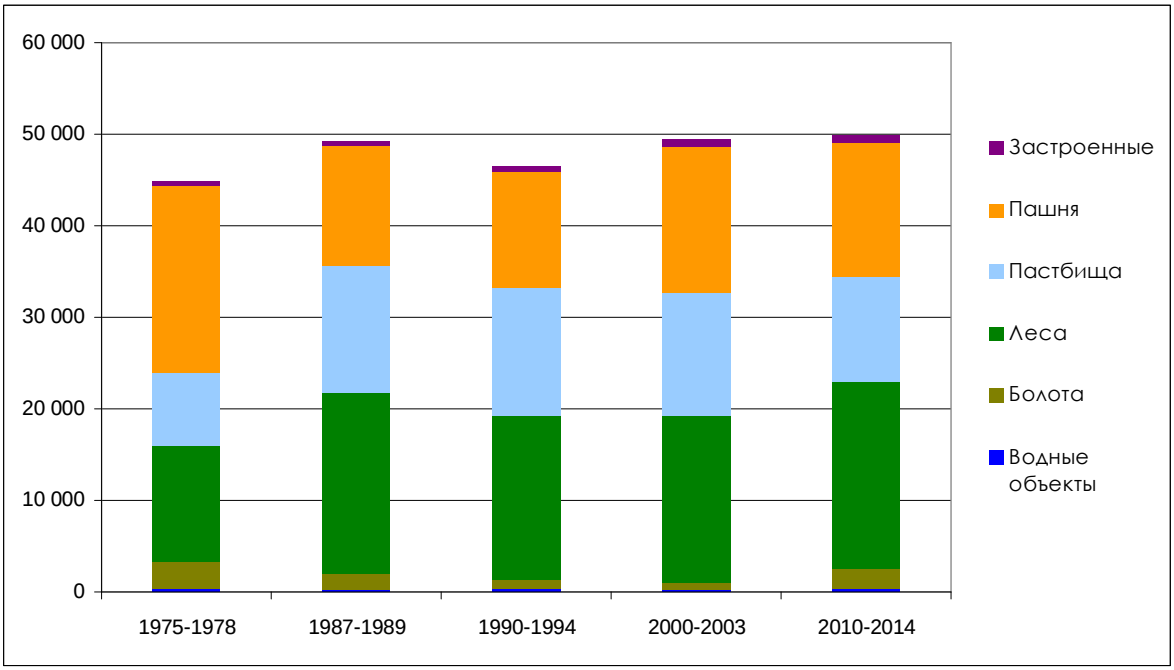


Рис. 2. Динамика земель Западно-Белорусской физико-географической провинции по результатам дешифрирования ДДЗ, тыс. га

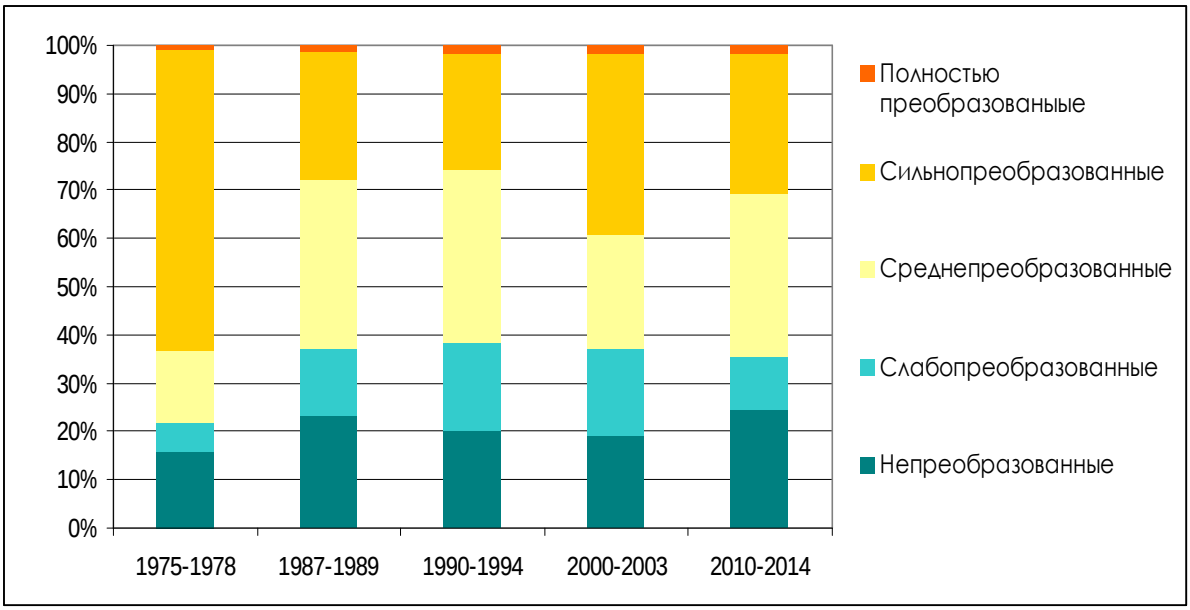


Рис. 3. Распределение ландшафтов по степени антропогенной преобразованности

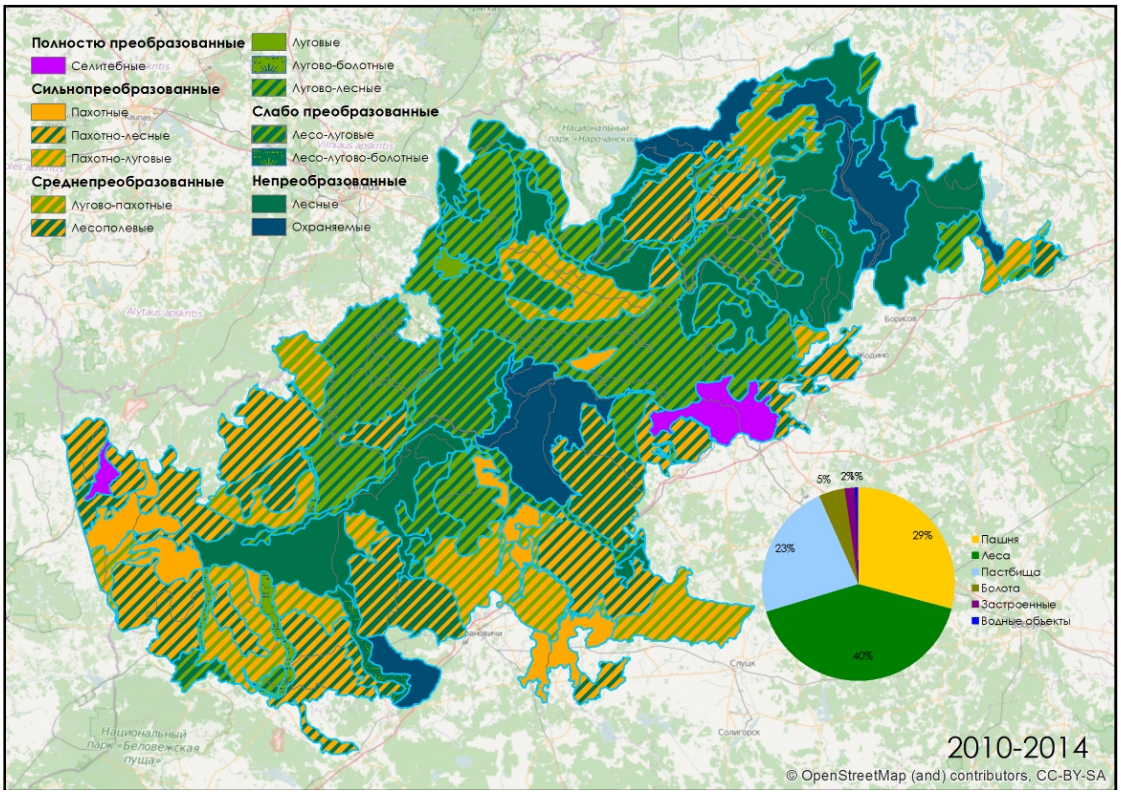


Рис. 4. Пример карты типов ландшафтов по степени антропогенной преобразованности

ЛИТЕРАТУРА

1. Мильков Ф.Н. Ландшафтная география и вопросы практики / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1966. – 256 с.

2. Мильков Ф.Н. Рукотворные ландшафты. Рассказ об антропогенных комплексах / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1978. – 86 с.

3. Мильков, Ф.Н. Человек и ландшафты / Ф.Н. Мильков. – М.: Мысль, 1973. – 224 с.

4. Клицунова, Н.К. Природные и антропогенные ландшафты Беларуси: классификация, структура, территориальное распределение / Н.К. Клицунова, И.И. Счастная // Природные и антропогенные ландшафты. – Иркутск-Минск, 2002.

5. Шищенко, П.Г. Прикладная физическая география / П.Г. Шищенко. – Киев: Выща школа. Головное изд-во, 1988. – 192 с.

6. Пучкин, А.В. Картографирование антропогенной измененности ландшафтов / А.В. Пучкин // География и природные ресурсы. – 2007. – №. 4. – С. 130–134.

7. Виноградов, Б.В. Аэрокосмический мониторинг экосистем / Б.В. Виноградов – М.: Наука, 1984. – 319 с.

8. Мышляков, С.Г. Создание карты среды обитания охотничьих ресурсов по результатам дешифрирования разновременных мультиспектральных космических снимков / С.Г. Мышляков, В.В. Величенко, А.С. Скачкова // Геоматика. – Москва, 2015. – №1(26). – С. 68-78.

9. Ландшафтная карта БССР [Карта] / К.К. Клицунова, Л.В. Логинова, Г.И. Марцинкевич, Г.Т. Хараничева; под ред. Исаченко А.Г. – 1 : 600 000 – М.: ГУГК. – 1984.

10. Помелов, А.С. Устойчивое использование и охрана земельных ресурсов / А.С. Помелов, В.М. Яцухно // Стратегия устойчивого развития Беларуси: экологический аспект. – Минск: ФУАинформ, 2014.

НОМИНАЦИЯ «ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПРИКЛАДНОГО ХАРАКТЕРА»

ТЭХНАЛОГІІ ЛАЗЕРНАГА СКАНАВАННЯ Ў ТРОХМЕРНЫМ МАДЭЛЯВАННІ (НА ПРЫКЛАДЗЕ РЭКТАРАТУ БДУ)

Я.В. Левачоў
студэнт магістратуры кафедры геадэзіі і картаграфіі
геаграфічнага факультэта Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

А.П. Раманкевіч
к.г.н., дацэнт, загадчык кафедры геадэзіі і картаграфіі
Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта

Лазернае сканаванне – гэта найноўшая тэхналогія, што дазваляе ствараць лічбавую трохмерную мадэль аб'екта праз прадстаўленне яго наборам кропак з прасторавымі каардынатамі. Магчымасці апрацоўкі такіх аб’ёмаў інфармацыі з’явіліся толькі дзякуючы сучаснаму развіццю мікрапрацэсарнай тэхнікі.

Праца па мадэляванні будынку рэктарата БДУ была праведзена ў межах гранта Міністэрства адукацыі “Стварэнне трохмернай мадэлі ўніверсітэцкага гарадка БДУ”. Архітэктурная складанасць будынка прымусіла выкарыстоўваць тэхналогіі лазернага сканавання, якое сёння актыўна ўжываецца ў геадэзічнай вытворчасці. Ужо працяглы час гэтая тэхналогія ўжываецца ў археалогіі, медыцыне, але найбольшае выкарыстанне яна знайшла на ўсіх стадыях будаўніцтва. Тэхналогіі лазернага сканавання даюць магчымасць падрабязна зафіксаваць аб'ект у трохмернай сістэме каардынат, што эканоміць час і працавыдаткі, пры тым значна павышае ўзровень дакладнасці абмераў. Дадзеная тэхналогія заснавана на выкарыстанні лазерных сканараў – новых геадэзічных прылад, якія вымяраюць каардынаты кропак паверхні аб'ектаў з высокай хуткасцю.

Сістэма для наземнага лазернага сканавання складаецца з наземнага лазернага сканару і палявога персанальнага камп’ютара са спецыялізаваным праграмным забяспячэннем. Сканар складаецца з лазернага далямеру, адаптаванага для працы з высокай частатой, і блока разгорткі лазернага прамяню [5].

Наземны лазерны сканар – гэта здымачная сістэма, якая вымярае з высокай хуткасцю адлегласці ад сканара да паверхні аб'екта і рэгіструе адпаведныя напрамкі (вертыкальныя і гарызантальныя вуглы) з наступным фармаваннем трохмернага малюнка (скана) у выглядзе воблака кропак [5]. Пры сканаванні рэктарата выкарыстоўваўся сканар фірмы «Topcon» GLS-1500.

У працэсе сканавання фіксуюцца кірунак распаўсюджвання лазернага промня і адлегласць да кропак аб'екту. Вынікам працы з'яўляецца растравы малюнак – скан, значэння пікселяў якога ўяўляюць сабой элементы вектара з наступнымі кампанентамі: вымеранай адлегласцю, інтэнсіўнасцю адбітага сігнала, RGB-складаючай, што характарызуе рэальны колер кропкі. Месца (радок і слупок) кожнага элемента (пікселя) атрыманага растра адлюстроўвае вымераныя вертыкальны і гарызантальны вуглы. Для большасці мадэляў НЛС характарыстыка рэальнага колеру для кожнай кропкі атрымліваецца з дапамогай неметрычнай лічбавай камеры.

Іншай формай прадстаўлення вынікаў наземнага лазернага сканавання з'яўляецца масіў кропак, адбітых ад аб'ектаў, якія знаходзяцца ў поле дзеяння сканара. Ён мае пяць параметраў: прасторавыя каардынаты (*X*, *У*, *Z*), інтэнсіўнасць і рэальны колер [5].

У апошні час распрацоўкай прыладаў для трохмернага лазернага сканавання займаецца шмат фірм: шырока распаўсюджаны Trimble (ЗША) і Leika Geosystems (Швейцарыя), Riegl (Аўстрыя), I-Site (Аўстралія), Zoller+Frohlich (ФРГ) і іншыя.

Непасрэдная здымка аб’екту ажыццяўляецца сканарам праз камп’ютар ці панэль кіравання прылады. Пры сканаванні трэба наладзіць прыладу, выбраць неабходныя параметры (напрыклад, шчыльнасць сканавання, г. зн. колькасць кропак на плошчу), навесці на маркі, абраць поле здымкі.

Перавагі, што дае тэхналогія лазернага сканавання, цалкам відавочныя (у плане атрымання і апрацоўкі інфармацыі канчатковых вынікаў). Але, як і з укараненнем любой новай тэхналогіі, узнікае шэраг праблем тэхнічнага і арганізацыйнага характара.

З улікам канкрэтных умоў мясцовасці выбіраецца рацыянальны спосаб стварэння і згушчэння здымачнага абгрунтавання. Таксама падчас рэкагнасцыроўкі вызначаюцца пункты размяшчэння сканара, месца размяшчэння спецыяльных марак, удакладняюцца тэрміны правядзення работ.

Сутнасць сканарнага хода заключаецца ў наступным. Вакол першай сканарнай станцыі ўсталёўваюцца шэсць або больш спецыяльных марак, у чатырох з якіх (чацвёртая для кантролю) геадэзічным метадам вызначаюцца прасторавыя каардынаты ў знешняй сістэме каардынат. Гэтыя маркі будуць з'яўляцца апорнымі. З другой станцыі ў поле промня сканара павінна трапляць больш за тры маркі, і не менш трох марак, якія будуць бачны з трэцяй станцыі, і г. д. На апошняй сканарнай станцыі неабходна мець мінімум дзве апорныя маркі для раўнавання і ацэнкі дакладнасці пралажэння сканарнага хода [1, 2].

Выбар сканарных станцый павінен забяспечваць адлюстраванне на адным скане максімальнай плошчы здымачнай тэрыторыі. Колькасць і размяшчэнне сканарных станцый праектуюць, зыходзячы з патрабаванняў забеспячэння неабходнай дакладнасці стварэння прадукцыі, прадукцыйнасці і эканамічнасці працы.

Сканаванне рэктарата БДУ было праведзена 16 красавіка 2015 г. і выканана ва ўмоўнай сістэме каардынат з трох станцый наземным лазерным сканарам фірмы «Topcon» GLS-1500 з дапамогай дзевяці марак.

З дапамогай лазернага сканара ў палявых умовах атрымаўся вельмі падрабязны здымак паверхні, што дазваляе працаваць з ім і аналізаваць яго на персанальным камп’ютары ў камеральных умовах.

Наземныя лазерныя сканары, што выпускаюцца на сённяшні момант, моцна адрозніваюцца па канструктыўных асаблівасцях: метадам вымярэння адлегласцяў, спосабам абароны ад знешніх уздзеянняў, формай, памерам, вагой, наяўнасцю прылад для вонкавага арыентавання і кампенсацыі вуглоў, нахілу прылады, выходнымі дадзенымі і г.д. Усё гэта ўплывае на важныя характарыстыкі сканавання: дакладнасць атрымання прасторавых каардынат кропак аб'екта, вугал поля зроку, дальнасць дзеяння, вуглавы дазвол і хуткасць сканавання, клас бяспекі, вільгаце- і пыланепранікальнасць, тэмпературны рэжым работы, транспартабельнасць, энергаспажыванне.

Кіраванне наземным лазерным сканарам і апрацоўка вынікаў сканавання ажыццяўлялася з выкарыстаннем праграмнага прадукта фірмы-вытворцы сканара.

Апрацоўка дадзеных пачынаецца з фільтравання. На гэтым этапе выдаляюцца кропкі, не належныя аб'екту здымкі. Пры сканаванні прылада робіць фотаздымкі, затым вызначае вобласць сканавання. Пасля фатаграфавання і сканавання аб’екта можна накласці тэкстуры на дадзеныя сканавання, што дазваляе прымяняць RGB-каляровую мадэль з колеру фотаздымкаў, пафарбаваць кропкі ў рэальны колер з фотаздымка [3].

Пасля стварэння новага праекту і імпарту працуем са сканамі – гэта набор кропак, атрыманых у выніку сканавання непасрэдна ў поле. Месцы лазернага сканара на зямной паверхні называюцца кропкамі стаяння, у кожнай кропцы стаяння задаецца свая лакальная сістэма каардынат. У скане атрыманыя кропкі захоўваюцца ў лакальнай сістэме каардынат пункту, з якога гэты скан быў атрыманы. Дадзеныя, атрыманыя з розных пунктаў (станцый) лазернага сканара, даюць падрабязнае ўяўленне аб паверхні аб'ектаў.

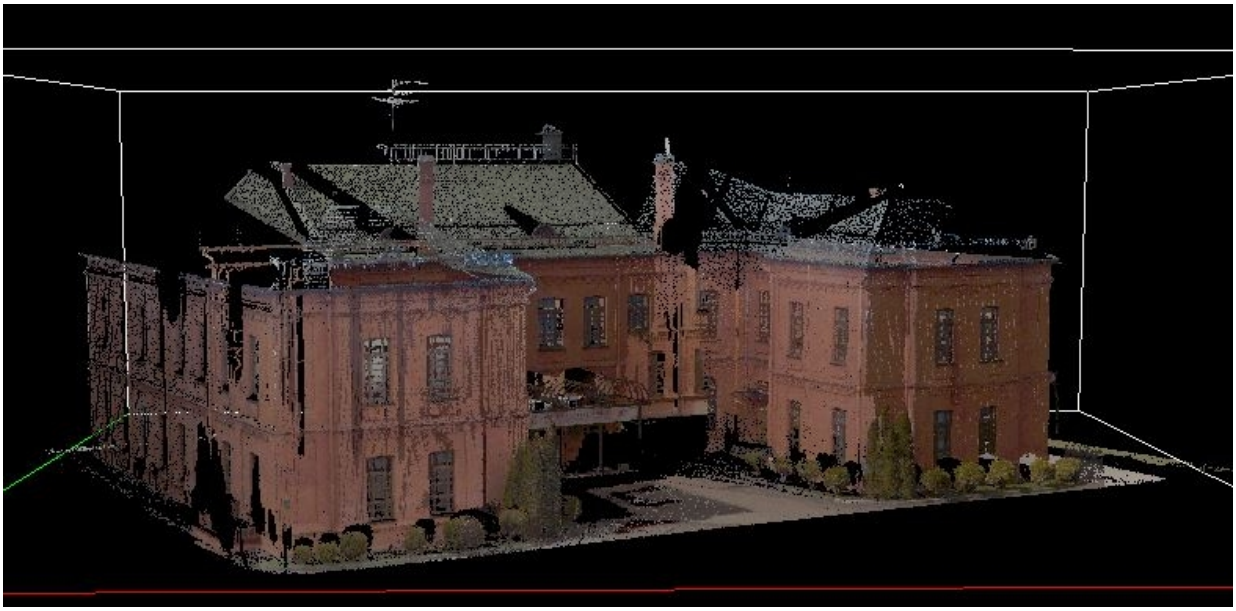
Скан маркі – гэта вельмі дакладны, высокадэталізаваны скан святлоадбівальнай маркі. Святлоадбівальная марка – гэта метка, зробленая з асобага матэрыялу, які мае спецыяльныя адбівальныя ўласцівасці, што вылучае гэтыя маркі на аб'ектах, якія падлягаюць сканаванню [3]. Далей ствараюцца вузлавыя кропкі, па якім і праводзіцца аперацыя зшыўкі сканаў – рэгістрацыя, г. зн. прывядзенне ўсіх сканаў да агульнай сістэмы каардынат.

Пасля сшыўкі сканаў і фарбавання выбіраецца апрацаваная вобласць, якая пераўтвараецца ў воблака кропак. У воблаке кропак дадзеныя захоўваюцца ў агульнай сістэме каардынат праекта. Як правіла,воблака кропак ствараецца ў камеральных умовах пасля таго, як усе кропкі зарэгістраваны ў агульнай сістэме каардынат.

Далей выдаляецца залішняя інфармацыя і воблака экспартуецца ў патрэбны фармат для апрацоўкі ў САПР.

Воблака кропак мае наступныя перавагі: з адзіным воблакам кропак лягчэй працаваць, чым з некалькімі сканамі; воблакі кропак даюць магчымасць засяродзіць увагу на невялікім участку дадзеных; прарэджванне воблака кропак

дазваляе скараціць залішнія дадзеныя; адзінае воблака кропак лягчэй экспартаваць, чым дадзеныя з кожнай кропкі стаяння прыбора [3] (мал. 1).



Мал. 1. Воблака кропак рэктарату БДУ у ПЗ SkanMaster

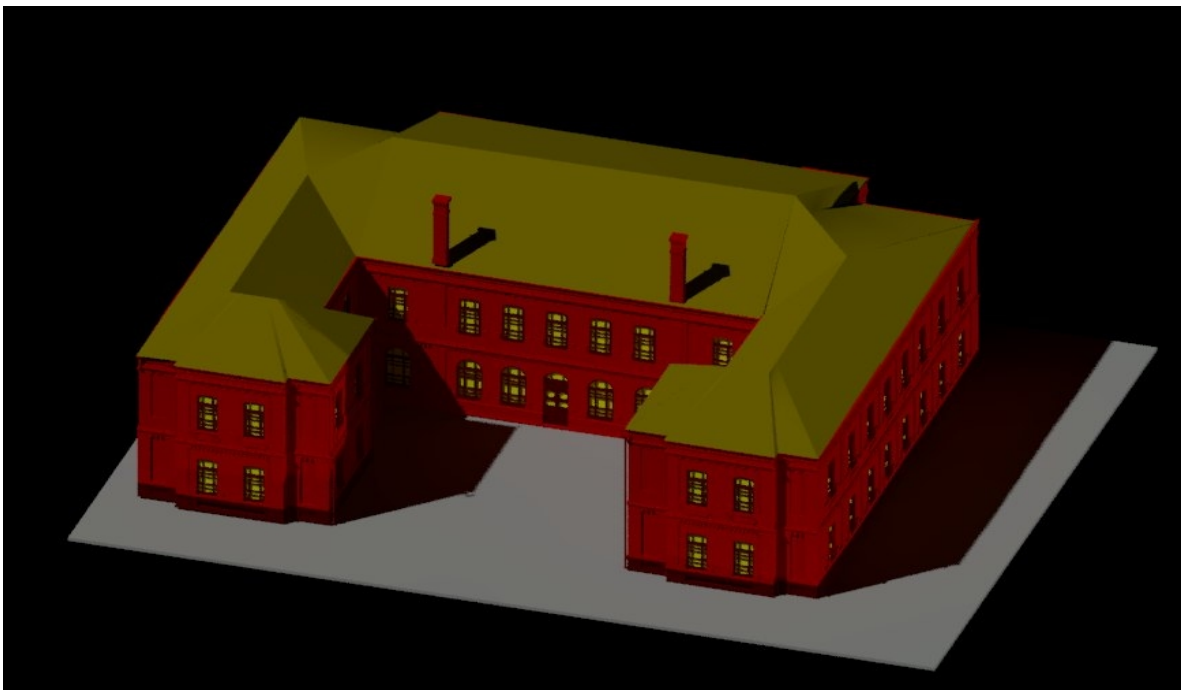
Трохмерная мадэль будынка рэктарата БДУ зроблена ў ПЗ AutoCad 2016 – аднаго з сусветных лідараў сярод рашэнняў для 2D- і 3D-праектавання. Прадукт змяшчае інавацыйныя распрацоўкі, якія дапамагаюць павялічыць эфектыўнасць праектавання і выпуску дакументацыі, а таксама павысіць узровень бяспекі і дакладнасці абмену дадзенымі [6].

Адразу стваралася новы праект і рабіліся налады: падключэнне неабходных панэляў (напрыклад, панэль інструментаў трохмернага мадэлявання). Пасля дадання воблака кропак на працоўную вобласць у ПЗ AutoCAD пачыналася непасрэднае мадэляванне. Для зручнасці ствараліся слаі, дзе былі размешчаны цвёрдыя мадэлі часткаў будынку: вокны, сцены, дзверы, дах і г.д.

Сутнасць працы па мадэляванню зводзіцца да таго, каб раскласці аб'ект на простыя складнікі (прымітывы). Пабудова шмат у чым падобна двухмернаму чарчэнню, аднакдадаецца яшчэ адна каардыната – *Z*. Вось асноўныя трохмерныя прымітывы, якія выкарыстоўваліся ў AutoCAD: куб (box), клін (wedge), конус (kone), шар (sphere), цыліндр (cylinder), піраміда (pyramid) [7].

У выніку, прымяніўшы ўсе магчымыя функцыі ПЗ для пабудовы трохмернай мадэлі (люстэрка, масіў, абрэзка і г.д.), атрымалі цвёрдацельную мадэль будынка рэктарата Беларускага дзяржаўнага ўніверсітэта (мал. 2).

Пасля таго, як мадэль зроблена, адбываецца налажэнне тэкстур і рэндэрынг. Гэтыя віды дзейнасці звычайна праводзяцца ў праграме Autodesk 3DsMax. Трэба зазначыць, што выбар праграмы мадэлявання з’яўляецца вельмі важным, аднак ён абмяжоўваецца у першую чаргу фізічнымі уласцівасцямі камп’ютара.



Мал. 2. Трохмерная цвёрдацельная мадэль рэктарату БДУ

Тэхналогія лазернага сканавання ўкараняецца амаль ва ўсіх сферах жыццядзейнасці чалавека, але большае распаўсюджванне атрымала ў праектаванні, архітэктуры, мадэляванні, геадэзіі. Зараз ў лазерным сканаванні існуюць наступныя праблемы: магчымасці абсталявання апярэджваюць магчымасці камп'ютарнай тэхнікі, састарэлыя нарматыўныя дакументы, абмежаваныя магчымасці ПЗ і г.д. Вырашэнне гэтых праблем надае новы штуршок для развіцця тэхналогіі наземнага лазернага сканавання.

ЛІТАРАТУРА

1. Комиссаров, А.В. Получениеметрической информации об объектах архитектурного наследия по данным наземного лазерного сканирования / А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров // Изв. вузов. Стр-во. – 2006. – № 5. – С. 112–115.

2. Комиссаров, А.В. Разработка и исследование методики прокладки сканерных ходов / А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров // Геодезия и картография. – 2008. – № 4. – С. 12–14.

3. Руководство пользователя SkanMaster. – Токио, Япония: TOPCON CORPORATION, 2010. – 144 с.

4. Середович, А.В. Методика выбора программных продуктов для решения конкретных задач по данным лазерного сканирования / А.В. Середович // ИНТЕРЭКСПО ГЕО-СИБИРЬ. – 2006. – № 2.

5. Середович, В.А. Наземное лазерное сканирование: монография / В.А. Середович, А.В. Комиссаров, Д.В. Комиссаров, Т.А. Широкова. – Новосибирск: СГГА, 2009. – 176 с.

6. AutoCad // Русский САПР [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://rusapr.ru/prod/progs/element.php?ID=565.

7. earn&Explore AutoCad // Autodesk knowledge network [Electronic resource]. - Mode of access: http://knowledge.autodesk.com/support/autocad/learn-explore#?sort=score.

МУЛЬТИКРИТЕРИАЛЬНЫЙ ГИС-АНАЛИЗ ДЛЯ ВЫБОРА МЕСТ РАЗМЕЩЕНИЯ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Д.В. Лаппо, А.А. Сазонов, А.А. Стрельченко
студенты 4-го курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Н.В. Жуковская
старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Потребности человечества в энергии в течение более 200 лет удовлетворяются преимущественно за счет использования ископаемого углеводородного топлива: угля, нефти и природного газа. Однако истощение запасов ископаемого топлива, ухудшающаяся экологическая обстановка и глобальные изменения климата вызывают необходимость поиска новых путей энергообеспечения. Все более актуальным становится вопрос об использовании альтернативных видов энергии таких, как энергия Солнца, ветра и т.д. Самым мощным, экологически чистым, естественным и общедоступным источником энергии на нашей планете является Солнце. Развитие науки и промышленности позволяет сегодня говорить о реальной возможности обеспечения человечества электричеством с помощью преобразования энергии Солнца.

Республика Беларусь собственными природными запасами обеспечивает около 15−18 % своих потребностей в топливно-энергетических ресурсах. Недостающее количество топлива и энергии поставляется из других стран, на что ежегодно расходуются немалые средства. Поэтому чрезвычайно актуальным вопросом является поиск собственных экологически чистых источников энергии.

По количеству световой энергии, поступающей на поверхность, Республика Беларусь находится на одном уровне с Германией, Японией, Канадой, где солнечная энергетика развивается очень активно. На территорию Беларуси за год поступает солнечная энергия величиной около $3 \cdot 10^{14}$ кВт-часов, что эквивалентно 40 млрд. т условного топлива и превышает нынешнее общее потребление энергоносителей в государстве [1].

Целью настоящего исследования является поиск мест для размещения солнечных электростанций на территории Республики Беларусь с использованием ГИС-моделирования. Для достижения поставленной цели решались следующие задачи: выбор приоритетных критериев для ГИС-моделирования; выявление перспективных участков для размещения солнечных электростанций; итоговая оценка выбранных местоположений.

Исходными данными для выполнения проекта служили: векторные данные OpenStreetMap [2], карты Национального атласа Республики Беларусь [3], многолетние значения облачности по метеорологическим станциям Республики Беларусь. В качестве цифровой модели рельефа использовались данные радарной интерферометрической съемки поверхности земного шара SRTM [4]. Разрешение равно трем угловым секундам (~90 м), что отвечает уровню детализации региональных геоморфологических исследований.

Для решения разнообразных задач, связанных с гелиотехникой, необходимо, прежде всего, иметь данные о радиационном режиме территории. Актинометрические наблюдения проводятся на 10 станциях Беларуси. При редкой сети станций зона экстраполяции актинометрических данных в пункты размещения гелиоустановок в большинстве случаев превышает зону их репрезентативности [5].

В работе с целью анализа потенциала использования солнечных электростанций (далее – СЭС) на основе космического снимка SRTM в программе ArcGIS при помощи модуля Area Solar Radiation были построены карты максимального поступления прямой солнечной радиации за год. Поскольку методика анализа разработана только для локального уровня исследований, для обеспечения большей корректности данных территория республики была разбита на зоны с севера на юг по 12′30″ по широте.

Так как облачность уменьшает поступление прямой солнечной радиации, для учета ее влияния был использован коэффициент k, вычисляемый по формуле [6]:

$$k = 1 - a \times n + 0.38 \times n^2 \quad (1),$$

где n – среднее многолетнее годовое количество общей облачности, определяемое количеством облаков в долях единицы ($n = 0$ при безоблачном небе, $n = 1$ при сплошной облачности); a – коэффициент, зависящий от географической широты местности φ. Таким образом, коэффициент k был рассчитан для каждой зоны и представлен в табл. 1. В результате расчетов была построена карта поступления прямой солнечной радиации на территорию Республики Беларусь за год (рис. 1).

Табл. 1. Результаты вычисления коэффициента k

Зона	*1*	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*
K	0,802	0,802	0,803	0,803	0,804	0,804	0,805	0,805	0,806	0,806	0,806	0,807
Зона	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	*20*	*21*	*22*	*23*	*24*
K	0,807	0,808	0,809	0,809	0,809	0,810	0,810	0,810	0,811	0,811	0,812	0,812

Для поиска оптимальных мест для возможного размещения солнечных электростанций были учтены следующие факторы:

- поступление прямой солнечной радиации;
- экспозиция склонов;
- месторасположение ООПТ и историко-культурных ценностей;
- гидрография;

- близость потребителя;
- функциональное использование земель.

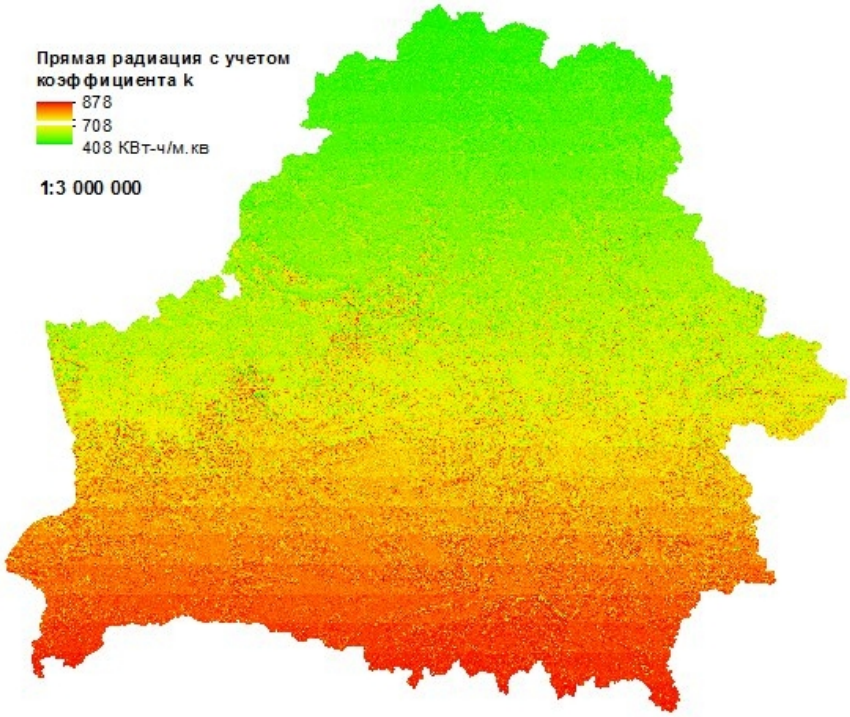


Рис. 1. Поступление прямой солнечной радиации с учетом облачности

На основе данных SRTM была построена карта экспозиции склонов. Для дальнейшего анализа выбраны южные, юго-западные и юго-восточные склоны как наиболее благоприятные для размещения солнечных панелей.

Вокруг границ населенных пунктов районного назначения были построены буферные зоны до 15 км для учета транспортной доступности в целях обслуживания солнечных панелей и минимизации потерь при передаче электроэнергии. Векторные данные, отражающие расположение объектов гидрографии, особо охраняемых природных территорий и историко-культурных ценностей конвертированы в растры.

С помощью калькулятора растра исходный GRID, отражающий поступление прямой солнечной радиации с учетом облачности, был последовательно перемножен на растр экспозиции склонов, гидрографии, ООПТ, историко-культурных ценностей и 15-ти километровых буферных зон вокруг районных центров.

Итогом работы стала карта (рис. 2), отображающая участки, наиболее подходящие для строительства СЭС, которые в последующем были разделены на интервалы в зависимости от величины поступления прямой солнечной радиации за год.

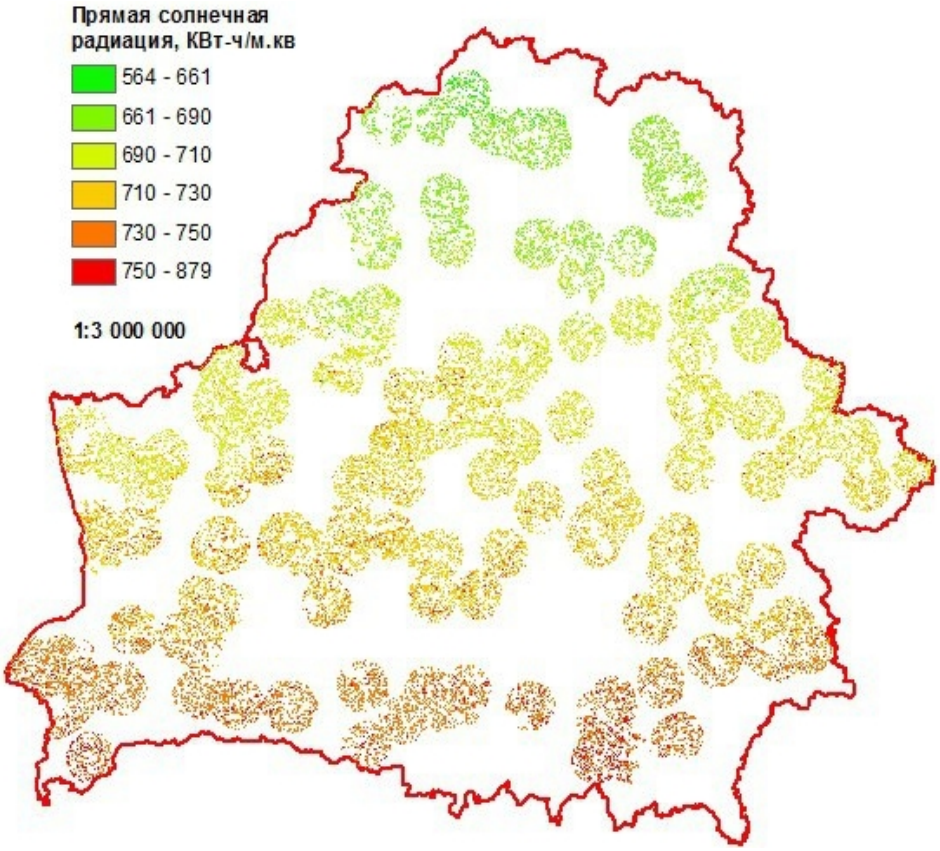


Рис. 2. Участки, наиболее подходящие для строительства СЭС

В качестве оптимальных местоположений для возможного размещения солнечных электростанций были выбраны два участка: на востоке близ д. Богутичи Ельского района Гомельской области; на юг от д. Болота Кобринского района Брестской области, характеризующиеся максимальным поступлением прямой солнечной радиации и отвечающие указанным выше критериям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гременок, В.Ф. Солнечные элементы на основе полупроводниковых материалов / В.Ф. Гременок, М.С. Тиванов, В.Б. Залесский. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2007. – 222 с.

2. Данные OSM в формате shape-файлов [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://beryllium.gis-lab.info/project/osmshp/region/BY.

3. Нацыянальны атлас Беларусі [Карты] / складзены і падрыхтаваны да друку Рэспубліканскім унітарным прадпрыемствам "Белкартаграфія" ў 2000—2002 гг.; галоўная рэдкалегія: М. У. Мясніковіч (старшыня) [і інш.]. - Мінск : Белкартаграфія, 2002. - 1 атлас (292 с.)

4. SRTM 90 m Digital Elevation Data [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://srtm.csi.cgiar.org/Index.asp.

5. Атлас ресурсов солнечной энергии на территории России / О. С. Попель [и др.]. – Москва: ОИВТ РАН, 2010. – 84 с.

6. Староконь, И.В. Методика оценки воздействия солнечного излучения на температурное состояние морских стационарных платформ / И.В. Староконь // Современные проблемы науки и образования [Электронный ресурс]. – 2014. – №2. – Режим доступа: http://www.science-education.ru/116-r12713.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ В ГЕОМАРКЕТИНГЕ ДЛЯ ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО МЕСТА РАЗМЕЩЕНИЯ ОБЪЕКТОВ ТОРГОВЛИ, ОБЩЕСТВЕННОГО ПИТАНИЯ И НАРУЖНОЙ РЕКЛАМЫ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА МИНСКА

Е.Н. Казимерчик, П.И. Крот, А.А. Севастьянов, Ю.Д. Терещенко, М.В. Точило
студенты 5-го курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Н.В. Клебанович
д.с.-х.н., доцент, заведующий кафедрой почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Геомаркетинг образовался на стыке двух научных дисциплин – маркетинга и географии. Геомаркетинг – новое направление маркетинговых исследований, возникшее благодаря широкому распространению географических информационных систем (ГИС) и пространственных данных, используемых для маркетингового анализа территорий.

Современный этап развития бизнеса можно с полной уверенностью назвать эпохой информации. Использование информационных систем и информационных технологий в условиях интенсивного развития рыночных отношений становится одним из наиболее важных элементов эффективного управления и маркетинга.

Геомаркетинговое исследование чаще всего отвечает на один из двух вопросов: «Где разместить новую точку розничных продаж товаров или услуг?» или «Как оптимизировать номенклатуру сбыта в имеющейся сети торговых точек?».

Для ответов на эти вопросы в ходе настоящих исследований было проанализировано пространственное распределение ряда факторов, таких как транспортный трафик на исследуемом участке, плотность населения, сферы занятости, транспортная доступность действующих торгово-развлекательных и бизнес-центров и др. Все эти данные являются пространственными, а наилучшим средством их анализа выступают технологии геоинформационных систем.

Основная цель данной работы – изучение возможности повышения эффективности ведения бизнеса на основе пространственно-временного изучения реальных разнородных данных.

Для осуществления данной цели был поставлен ряд частных задач:

· разработка методики для проведения полевых измерений при сборе информации по пассажиропотокам;

· сбор общей информации об исследуемой зоне;

· измерение автомобильного трафика в пределах зоны;

· отправление обращений в организации для предоставления необходимой статистической информации по населению, учреждениям образования;

· измерение посещаемости крупных торговых центров и продуктовых магазинов, расположенных на рассматриваемой территории;

· обобщение и систематизация информации;

· визуальное отображение собранных пространственных данных в среде ГИС для дальнейшего использования, создание интерактивных карт.

Исследование проводилось в сотрудничестве с Colliers International – международной консалтинговой компанией, предоставляющей полный спектр услуг в области коммерческой недвижимости.

Специалистами компании Colliers на территории г. Минска были предложены несколько интересующих их торговых зон для оценки возможности размещения здесь точек общественного питания, торгово-развлекательных центров и наружной рекламы. Оценка проводилась с точки зрения посещаемости, то есть рассчитывались транспортные и пассажиропотоки, количество проживающего, работающего и обучающегося в торговой зоне населения.

Для работы нами была выбрана торговая зона в Советском районе г. Минска, ограниченная улицами Сурганова, М. Богдановича, В. Хоружей и проспектом Независимости (рис. 1).

Рис. 1. Расположение торговой зоны в Советском районе г. Минска

Методика проведения оценки разрабатывалась в соответствии с пожеланиями специалистов компании Colliers, опираясь на их опыт в области девелопмента. Также было осуществлено изучение интернет-ресурсов и поиск готовых проектов с похожей тематикой.

Оценку торговой зоны можно разбить на несколько логических блоков:

1. Измерение транспортного потока.

2. Оценка численности населения, проживающего в рассматриваемой зоне.

3. Поиск информации по учреждениям образования, расположенным на исследуемой территории.

4. Поиск информации по бизнес-центрам, находящимся на территории зоны.

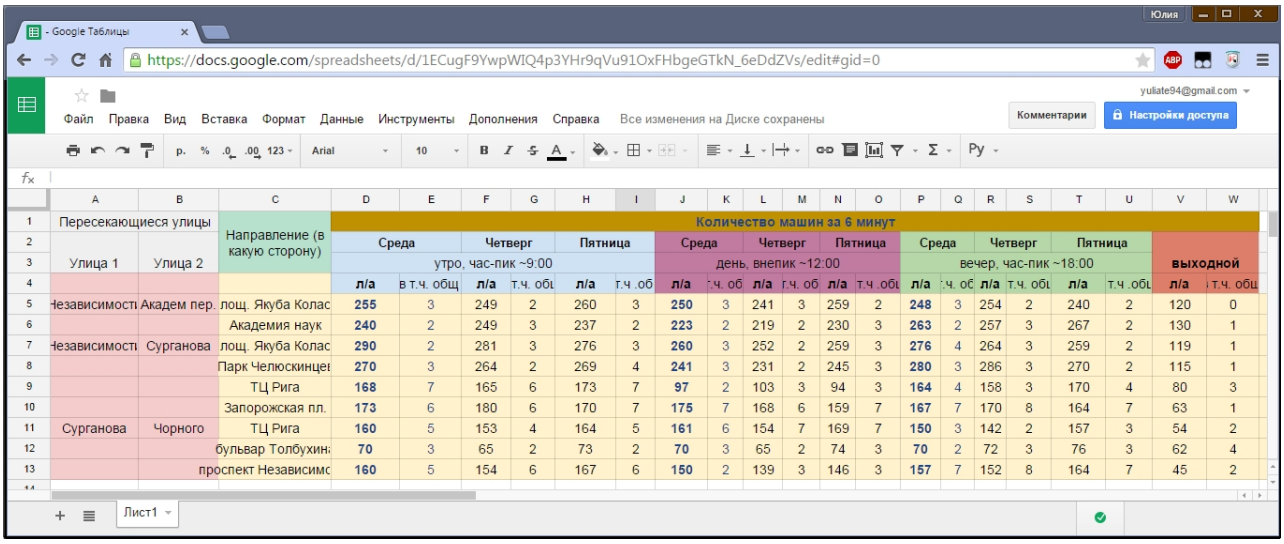
5. Измерение посещаемости крупных магазинов зоны.

Перед началом измерения транспортного потока изучается транспортная сеть торговой зоны. Необходимо выделить основные дороги и перекрестки, на которых будут проводиться измерения.

Для измерения были выбраны следующие временные промежутки: утренний (7:30 – 8:00) и вечерний (17:00 – 18:30) час-пик и вне пиковое время (12:30 – 14:00) в будние дни, а для выходных только одно измерение (так как по выходным транспортный поток в течение дня равномерен и временных пиков, как в будние дни, не наблюдается).

Для выбора наиболее оптимального промежутка времени подсчета автомобилей, выезжающих с перекрестка, были проведены измерения на нескольких контрольных перекрестках в разные периоды суток по 6, 10 и 15 минут. Далее было рассчитано количество автомобилей в час, которое по трем измерениям отличалось не более чем на 5 %. Таким образом, был выбран промежуток в 6 минут, как достаточно репрезентативный и требующий меньших трудозатрат.

Результаты измерений заносятся в таблицу Google Таблицы, которая включает названия перекрестков и направления измерений на них, а так же колонки для записи измерений во все обозначенные временные промежутки за три дня (рис. 2).



Пересекающиеся улицы		Направление (в какую сторону)	Количество машин за 6 минут																					
Улица 1	Улица 2		Среда		Четверг		Пятница		Среда		Четверг		Пятница		Среда		Четверг		Пятница		выходной	
			утро, час-пик ~9:00						день, внепик ~12:00						вечер, час-пик ~18:00							
			л/а	в т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ	л/а	т.ч. общ
Независимости	Академ пер.	лощ. Якуба Колас	255	3	249	2	260	3	250	3	241	3	259	2	248	3	254	2	240	2	120	0
		Академия наук	240	2	249	3	237	2	223	2	219	2	230	3	263	2	257	3	267	2	130	1
Независимости	Сурганова	лощ. Якуба Колас	290	2	281	3	276	3	260	3	252	2	259	3	276	4	264	3	259	2	119	1
		Парк Челюскинцев	270	3	264	2	269	4	241	3	231	2	245	3	280	3	286	3	270	2	115	1
		ТЦ Рига	168	7	165	6	173	7	97	2	103	3	94	3	164	4	158	3	170	4	80	3
		Запорожская пл.	173	6	180	6	170	7	175	7	168	6	159	7	167	7	170	8	164	7	63	1
Сурганова	Чорного	ТЦ Рига	160	5	153	4	164	5	161	6	154	7	169	7	150	3	142	2	157	3	54	2
		бульвар Толбухина	70	3	65	2	73	2	70	3	65	2	74	3	70	2	72	3	76	3	62	4
		проспект Независимо	160	5	154	6	167	6	150	2	139	3	146	3	157	7	152	8	164	7	45	2

Рис. 2. Google Таблица для внесения измерений

По окончании измерений рассчитывается среднее значение за час по всем направлениям на всех перекрестках для каждого временного промежутка.

С помощью ArcGIS for Desktop выбранные дороги оцифровываются и разбиваются на отрезки от перекрестка до перекрестка. Данные по количеству

автомобилей в час переносятся в таблицу атрибутов. В основу положено предположение, что количество автомобилей не изменяется от одного перекрестка до другого, поэтому отрезку дороги между перекрестками можно присвоить значение, измеренное на первом перекрестке по данному направлению. Данные визуализируются с помощью цветовой шкалы.

Численность населения, проживающего в исследуемой зоне, была нанесена на карту в соответствии с данными, предоставленными расчетно-справочными центрами Советского района: № 1, № 2, № 4.

Создан векторный слой, где каждому дому присвоено числовое значение, отражающее количество зарегистрированных жильцов. На основании этого слоя методом ОВР интерполяции построена результирующая карта (рис. 3).

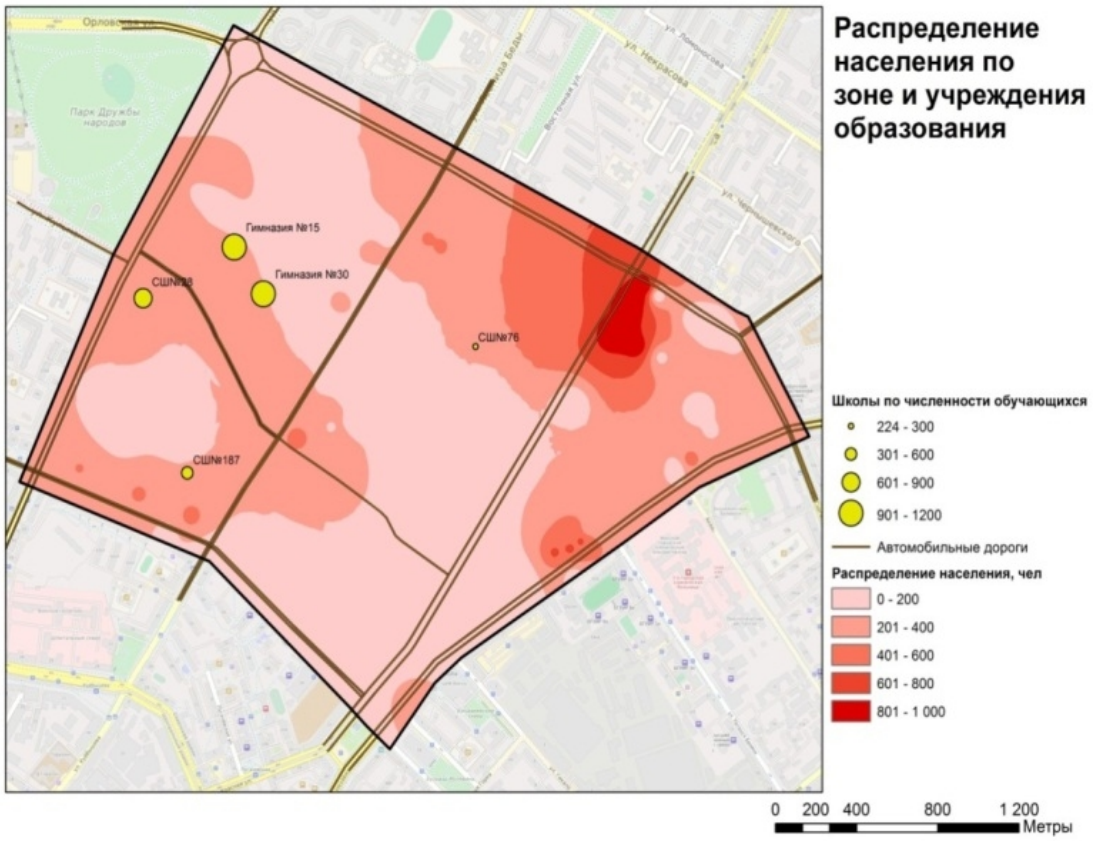


Рис. 3. Распределение населения в торговой зоне в Советском районе г. Минска

Для получения списочного количества обучающихся в школах и гимназиях, расположенных на территории зоны, был отправлен запрос в Управление образования, спорта и туризма администрации Советского района г. Минска. По запросу спустя 14 дней была предоставлена информация, из которой выбраны объекты, находящиеся именно в пределах рассматриваемой торговой зоны – 3 школы и 2 гимназии. Данные учреждения образования нанесены на карту, а в таблицу атрибутов внесена информация о количестве обучающихся. Школы символизированы с использованием градуированных символов методом равных интервалов.

Информация по количеству служащих в бизнес-центрах была предоставлена компанией «Colliers International». Среднее количество

потенциально работающих сотрудников торговых и бизнес-центров рассчитано, исходя из рабочей площади зданий. Таким образом, в таблице атрибутов слоя «Бизнес-центры» каждому зданию были присвоены соответствующие количественные значения, отраженные градуированными цветами.

Также по требованию заказчика был осуществлен подсчет количества посетителей в магазинах площадью более 100 м^2. Подсчитывалось количество входящих посетителей в будние дни у центрального входа за промежуток времени 10 минут. Полученные данные также нанесены на карту.

Результаты измерений были представлены в виде компоновок (для показа их в презентациях), а также в виде интерактивной карты для лучшей наглядности и большего удобства при анализе. Интерактивные карты были созданы двумя различными способами, чтобы предоставить заказчику возможность выбора наиболее удобного варианта:

- web-карта на сайте проекта ArcGIS Online;
- опубликованный файл карты (.pmf) для использования в бесплатном приложении ArcReader.

Web-карта опубликована в общий доступ. В дальнейшем ее можно встроить на любой веб-ресурс. Карта получилась достаточно наглядной, а инструментарий доступен в ArcGIS Online даже незарегистрированным пользователям (масштабирование, настройки видимости слоев, измерение расстояний и площадей, печать), что делает ее удобной для изучения и анализа. Несомненным плюсом данного способа визуализации является то, что заказчику нет необходимости устанавливать специализированное программное обеспечение, достаточно иметь браузер и ссылку на web-карту (рис. 4).

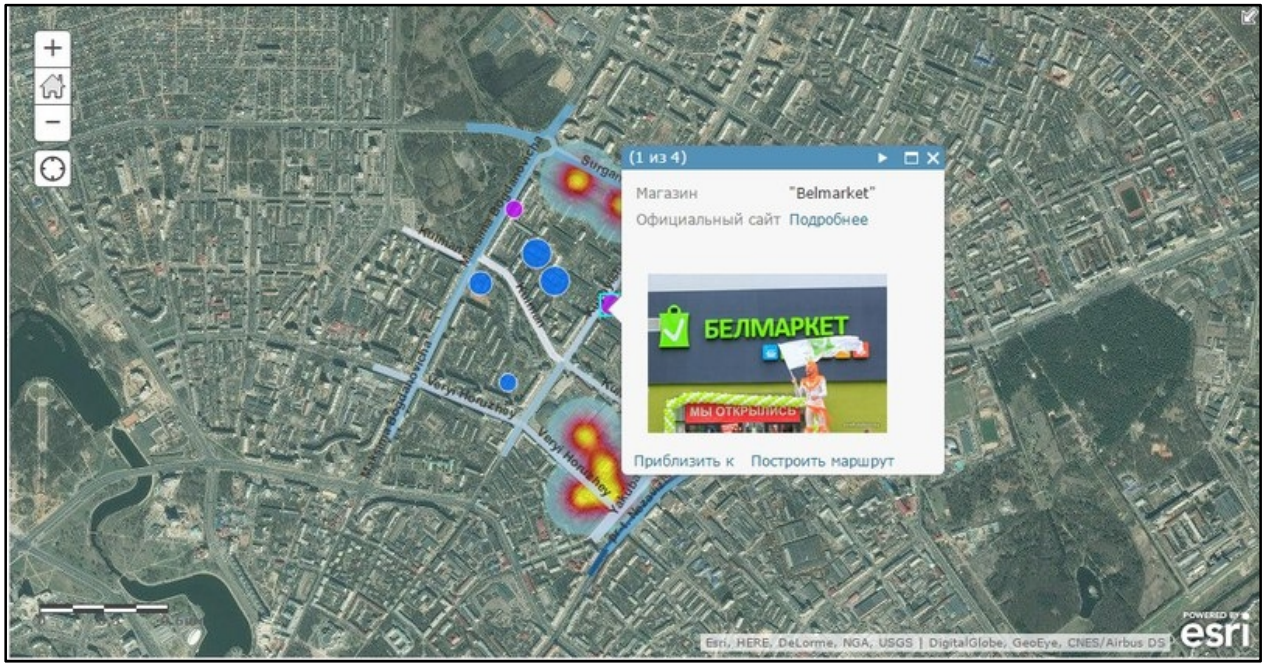


Рис. 4. Web-карта торговой зоны в Советском районе г. Минска в ArcGIS Online

Второй способ менее трудозатратен для ГИС-специалиста, так как нет необходимости заново символизировать и подписывать слои. Из ранее оформленного в ArcGIS for Desktop проекта создается файл PMF, который содержит всю информацию, необходимую для корректного отображения данных в ArcReader.

Приложение ArcReader очень удобно для просмотра карт неподготовленными пользователями, оно имеет достаточный инструментарий для подробного изучения и простейшего визуального анализа. Минус данного способа в необходимости установки на компьютер заказчика дополнительного программного обеспечения, что несколько замедляет процесс демонстрации.

На рис. 5 изображена компоновка всех слоев проекта в виде, в котором он представлен в приложении ArcReader и предложен заказчику.

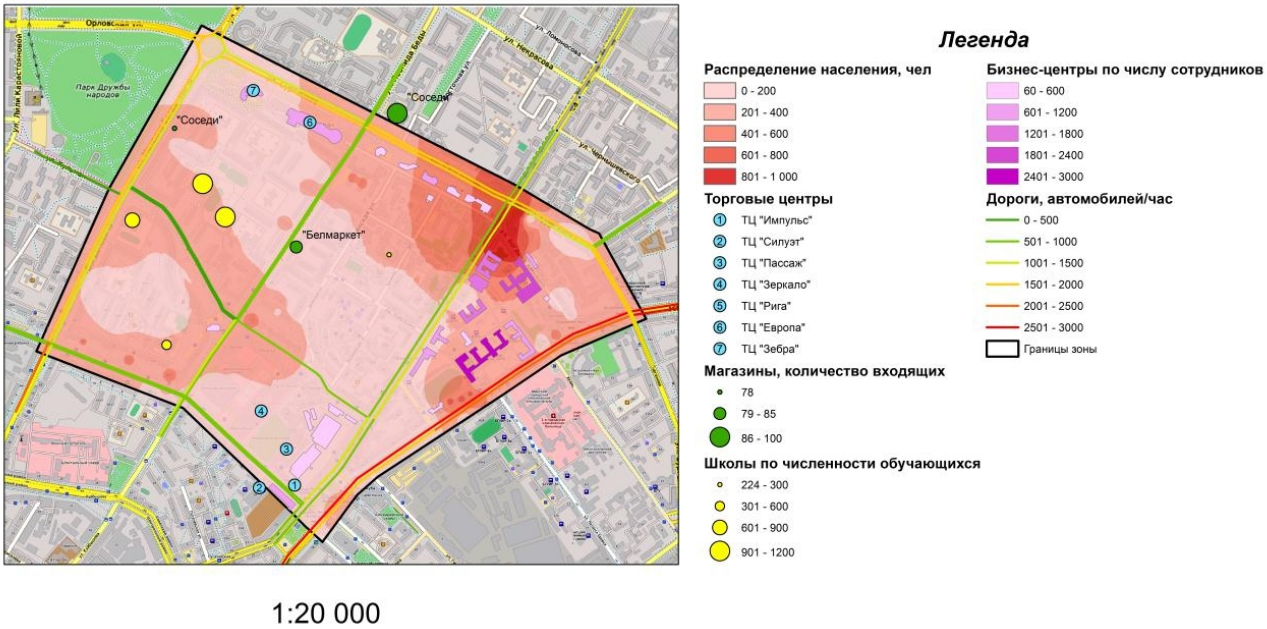


Рис. 5. Визуализация карты торговой зоны в Советском районе г. Минска в приложении ArcReader

Надо отметить, что данный проект является пилотным. На его основании была разработана методика проведения оценки торговой зоны, которая в дальнейшем с некоторыми дополнениями и усовершенствованиями будет использоваться специалистами компании Colliers для других коммерческих проектов.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИС ДЛЯ СОЗДАНИЯ МЕНТАЛЬНЫХ КАРТ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Я.Г. Янчук
студентка 3-го курса кафедры география и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

С.М. Токарчук
к.г.н., доцент, доцент кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

В настоящее время большая часть населения Беларуси представлена городскими жителями (76,3 %). Из них в пяти крупных городах Беларуси (с численностью населения от 250 000 до 1 000 000) проживает более 25 % от всего городского населения страны. В связи с этим особую актуальность приобретает проблема изучения городской среды и ее отдельных компонентов, для создания наиболее комфортных условий жизни и деятельности людей. В свою очередь комфортность городской среды во многом определяется состоянием природных и природно-антропогенных геосистем города.

Одним из весьма перспективных направлений в современном изучении городской среды является проведение социоэкологических исследований, направленных на изучение мнения городских жителей о состоянии городской среды, возможных путях улучшения качества жизни в городе и др.

В настоящем исследовании представлены результаты применения ГИС для создания серии ментальных карт, отображающих мнение жителей города Бреста о состоянии, основных проблемах и направлениях улучшения зеленых насаждений города.

Данная работа имеет большую значимость, т. е. ее результаты ориентированы на улучшение условий жизни городских жителей путем выявления проблемных состояний зеленых насаждений города. Результаты социоэкологического исследования также позволят определить «видимость» элементов зеленого каркаса города для населения, осмыслить его ценность и значимость для обеспечения комфортности жизни.

Данная работа опирается на исследования российских ученых посвященных созданию ментальных карт городской среды и крупных регионов (в частности административных областей).

Для проведения исследования использовались два базовых элемента:

1) анкета-опросник «Озеленение и благоустройство г. Бреста и его отдельных районов», включающая 16 вопросов. Из них 7 вопросов посвящено изучению мнения жителей о состоянии зеленых насаждений в пределах отдельных микрорайонов Бреста;

2) базовый шейп-файл «Микрорайоны г. Бреста» (рис. 1), составленный на основе карты OpenStreetMap (рис. 2). Наложение выделенных микрорайонов на

данную карту позволяет также иметь четкое представление о настоящем уровне озеленения микрорайонов.

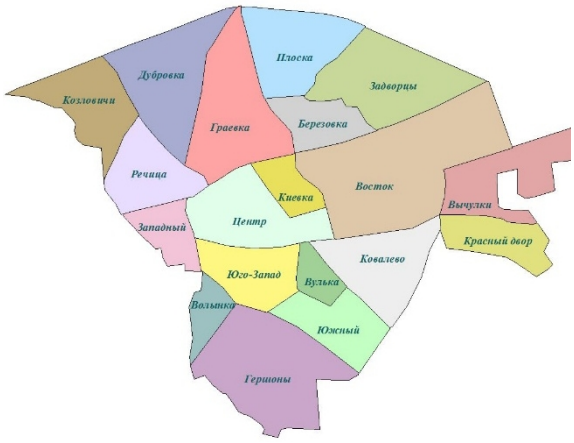


Рис. 1. Базовая карта микрорайонов г. Бреста

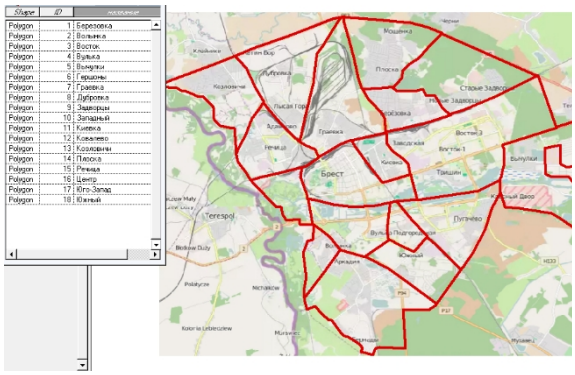


Рис. 2. Микрорайоны г. Бреста, выделенные по подложке OpenStreetMap

В дальнейшем, используя базу данных результатов анкетирования (рис. 3), привязанную к базовому шейп-файлу, составлялись ментальные карты озелененности микрорайонов г. Бреста. Результаты анкетирования представлены разнообразными способами:

1) количество ответов на определенные вопросы;
2) перечень доминирующих вариантов ответов;
3) рейтинговый список выбранных вариантов ответов и др.

Mental maps

Номер	Микрорайон	Самый зеленый микрорайон	13а	13б	13в	13г	13	12	Мнение центра о самом зеленом микрорайоне	Щелкн
1	Березовка	Березовка, Гершоны	0	0	0	5	5	в г	5	
2	Волынка	Волынка, Гершоны	0	0	0	5	5	а б в г	3	
3	Восток	Восток, Центр, Вычулки, Южный	2	0	3	0	5	б г	7	
4	Вулька	Волынка, Гершоны, Южный	0	1	2	2	5	а в	2	
5	Вычулки	Вычулки, Гершоны	0	0	0	5	5	а б в г	3	
6	Гершоны	Гершоны, Волынка	0	0	0	5	5	а в г	5	
7	Граевка	Граевка, Козловичи	0	1	1	3	5	а в г	1	
8	Дубровка	Южный, Восток, Дубровка	0	0	0	5	5	а б в	2	
11	Киевка	Березовка, Граевка	0	2	0	3	5	а б в	2	
12	Ковалево	Восток, Центр	0	1	2	2	5	а б г	0	
13	Козловичи	Козловичи	0	0	0	5	5	б в г	0	
14	Красный двор	Красный двор, Гершоны	0	0	0	5	5	в г	0	
15	Плоска	Восток, Центр	0	0	0	5	5	в г	3	
16	Речица	Речица, Козловичи	0	0	2	3	5	а б в г	4	
17	Центр	Центр	4	1	0	0	5	а б в г	10	
18	Юго-Западный	Волынка, Гершоны, Козловичи	0	0	5	0	5	г	0	
19	Южный	Волынка, Гершоны, Плоска	2	3	0	0	5	а б г	5	

Рис. 3. Микрорайоны города Бреста, выделенные по подложке OpenStreetMap

Таким образом, ментальные карты составлялись с использованием различных типов легенды полигональных тем: отдельный символ, цветовая шкала, уникальное значение и локализованная диаграмма.

Тип легенды «*Отдельный символ*» применялся при создании ментальных карт, отображающих мнение жителей города в целом и его отдельных микрорайонов о самом озелененном районе города (рис. 4, 5). Также результаты ответа на этот вопрос можно представить в виде типа легенды «*Цветовая шкала*». В данном случае, отображается дифференциация ответов жителей микрорайона «Центр» на данный вопрос (рис. 6).

16. Какие районы самые озелененные по вашему мнению (*возможно несколько вариантов ответов*)?

а) Березовка;
б) Волынка;
в) Восток;
г) Вулька-Подгородская;
д) Вычулки;
е) Гершоны;
ж) Граевка;
з) Киевка;
и) Ковалево;
к) Козловичи;
л) Плоска;
м) Речица;
н) Северный;
о) Центр;
п) Южный;
р) Юго-Западный;
с) другое _____.

Рис. 4. Фрагмент анкеты (вопрос, результаты которого представлены типами легенды «Отдельный символ» и «Цветовая шкала»)

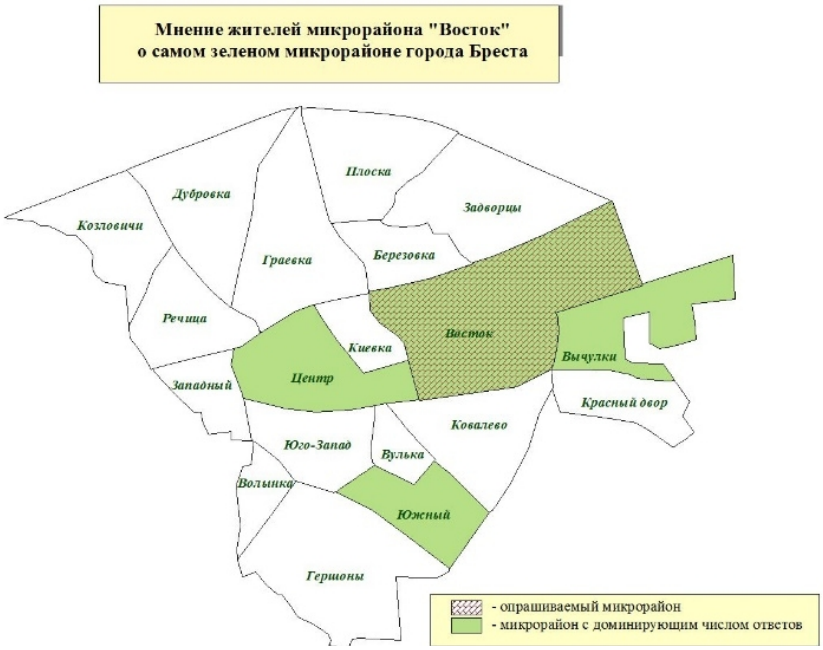


Рис. 5. Мнение жителей микрорайона «Восток» о самом зеленом микрорайоне г. Бреста (отображается типом легенды «*Отдельный символ*»)

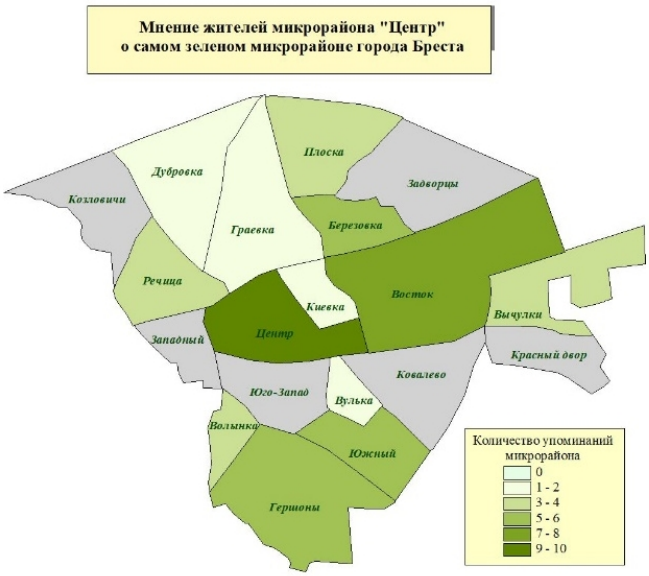


Рис. 6. Мнение жителей микрорайона «Центр» о самом зеленом микрорайоне г. Бреста (отображается типом легенды «*Цветовая шкала*»)

Тип легенды «*Уникальное значение*» применялся при создании ментальных карт, отображающих мнение жителей каждого микрорайона о присутствующих в их микрорайоне проблемах озеленения, возможных путях их решения и др. (рис. 7). В данном случае, в базу данных внесены либо буквенные варианты ответов доминирующих в анкетах жителей каждого микрорайона, либо рейтинговый список всех вариантов ответов.

12. Какие существуют проблемы с городскими зелеными насаждениями в целом в Бресте и Вашем микрорайоне? (*возможно несколько вариантов ответов)*

Ваш микрорайон		г. Брест в целом
а	наличие старых деревьев	а
б	наличие плохо приживающихся и больных деревьев	б
в	много деревьев не очень подходящих для городской среды (например, фруктовые деревья, каштаны, которые имеют опадающие плоды и др.)	в
г	недостаточно благоустроены (не хватка скамеек, мусорных баков, велодорожек и др.)	г
д	*другое*	д

Рис. 7. Фрагмент анкеты (вопрос, результаты которого представлены типом легенды «Уникальное значение»)

На рис. 8 представлена ментальная карта, отображающая мнение респондентов об основных проблемах с городскими зелеными насаждениями в их микрорайоне. На данной карте интенсивностью цвета показано количество проблем, выбранных жителями каждого микрорайона, а штриховкой – их сочетание.

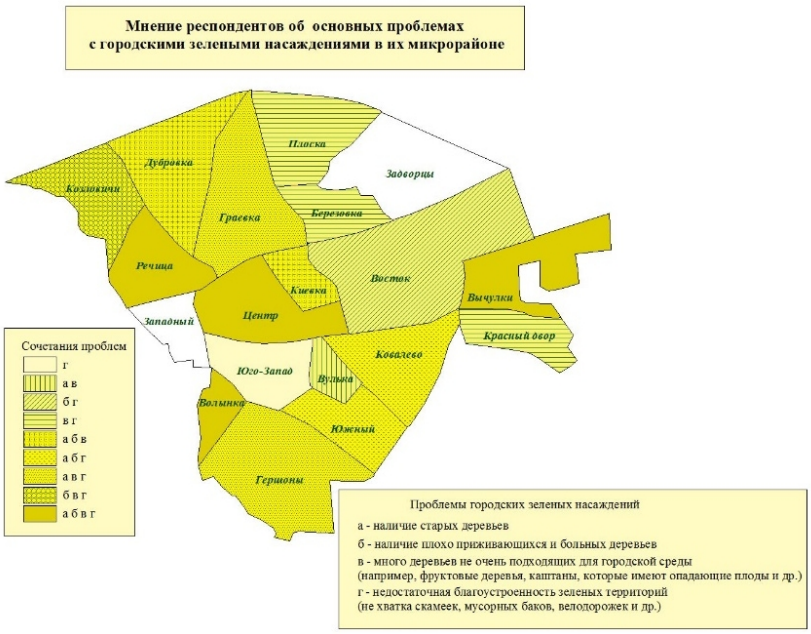


Рис. 8. Мнение респондентов об основных проблемах с городскими зелеными насаждениями в их микрорайоне

Тип легенды «*Локализованная диаграмма*» применялся при создании ментальных карт, отображающих мнение жителей каждого микрорайона о присутствующих в их микрорайоне проблемах озеленения, особенностях

озеленения, возможных путях их решения и др. (рис. 9). Однако в данном случае, в базу данных вносилось количество ответов респондентов из отдельного микрорайона на каждый из предложенных вариантов. На рис. 10 представлена ментальная карта, отображающая мнение респондентов об основных проблемах с городскими зелеными насаждениями в их микрорайоне.

13. Озеленение каких структурных элементов городской среды создает фон (т.е. доминирует) в Вашем микрорайоне и г. Бресте в целом (*возможно несколько вариантов ответов*)

Ваш микрорайон		г. Брест в целом
а	парков и скверов	а
б	городских улиц	б
в	городских кварталов (в условиях многоэтажной застройки)	в
г	частного сектора (одноэтажной усадебной застройки)	г

Рис. 9. Фрагмент анкеты (вопрос, результаты которого представлены типом легенды «Локализованная диаграмма»)

Таким образом, в настоящей работе представлены подходы к созданию ментальных карт городской среды на уровне отдельных микрорайонов. Данное исследование проводилось на основании результатов проведенного анкетирования жителей города.

Рис.10. Мнение респондентов о структурных элементах городской среды, которые создают фон (т.е. доминируют) в их микрорайоне

Используя данную методику, будет составлена серия ментальных карт, отражающих мнение жителей о состоянии и проблемах зеленых насаждений в их микрорайонах, а также определены перспективные, по мнению жителей, пути решения данных проблем. Кроме того, в дальнейшем, используя данные карты, можно будет составить серию карт заблуждений городских жителей о состоянии зеленого каркаса города и использовать данную серию – для проведения мероприятий по экологическому просвещению и образованию.

ГИДРОЛОГИЧЕСКОЕ ГИС-МОДЕЛИРОВАНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ НЕМАН

Ш.К. Валиева
студентка магистратуры кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович
к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Данная работа посвящена вопросам цифрового моделирования речных бассейнов. Объектом исследования является бассейн реки Неман. Теоретической предпосылкой моделирования в границах речного бассейна служит его выделение в качестве самостоятельной единицы географического пространства. Согласно Ф.Н. Милькову, русло реки и прилегающая к нему территория, с которой собирается поверхностный и подземный стоки, в ландшафтном плане образуют сложную природную систему – бассейновую парагенетическую систему [1]. Основной чертой этой системы является упорядоченность входящих в ее состав элементов. Особенно хорошо это видно на примере водного потока, перемещающегося от верховий к устью реки, направленности твердого стока, движущегося вначале от высших точек водораздела в долину реки, а затем вместе с русловым потоком в устье. Подобный характер движения вещества придает бассейну реки динамическое единство, как в продольном, так и поперечном планах.

Территория в бассейновой модели представлена водосборными бассейнами разного порядка. Главными составляющими водосборного бассейна являются его рельеф и конфигурация сети линий стока. Рельеф выступает в качестве одного из главных факторов стока, так как форма земной поверхности определяет поведение воды. Количественная характеристика бассейна, определение гидрологических и морфометрических характеристик вручную (длина водотоков, положение водоразделов, площадь элементарных бассейнов, угол наклона, расчленение территории и др.) – представляет собой трудоемкую процедуру и требует значительных временных затрат. Традиционным источником данных для расчетов этих параметров являются карты и результаты топографической съемки. Альтернативный способ получения гидрологических и морфометрических характеристик водосборных бассейнов основан на цифровых представлениях поверхностей, т.е. цифровых моделях рельефа (ЦМР). Автоматизированное получение данных из ЦМР и представление их в виде производных моделей сокращают временные затраты. Такие данные менее субъективны и обеспечивают воспроизводимость результатов в отличие от традиционного «ручного» способа расчетов. Определение дренажной

структуры бассейна можно также рассматривать как первый этап в создании гидрологической информационной системы.

Целью работы является апробация методики геоинформационного моделирования речного бассейна по данным топографической радарной съемки. В качестве объекта моделирования выбран бассейн р. Неман.

Территория бассейна Немана относится к двум гидрологическим районам – Вилейскому, охватывающему бассейн р. Вилии, и Неманскому, куда входит бассейн самой р. Неман от истока до границы с Литвой (рис.1). Неман берет начало от слияния каналов Л-2 и Л-2-2, расположенных в 2,5 км к северо-западу от с. Речица. Протекая по территории трех государств (Беларуси, Литвы, России), впадает в Куршский залив Балтийского моря. Длина реки от истока до устья 937 км, в пределах Беларуси (от истока до р. Черной Ганьчи) – 459 км. Общая площадь водосбора 98200 км^2, до р. Черной Ганьчи – 34610 км^2. Речная система Немана развита равномерно и состоит из 4030 водотоков. Основные притоки: правые – рр. Уса, Сула, Березина, Гавья, Дитва, Лебедь, Котра; левые – рр. Уша, Сервечь, Молчадь, Щара, Зельвянка, Россь, Свислочь [2, 3].

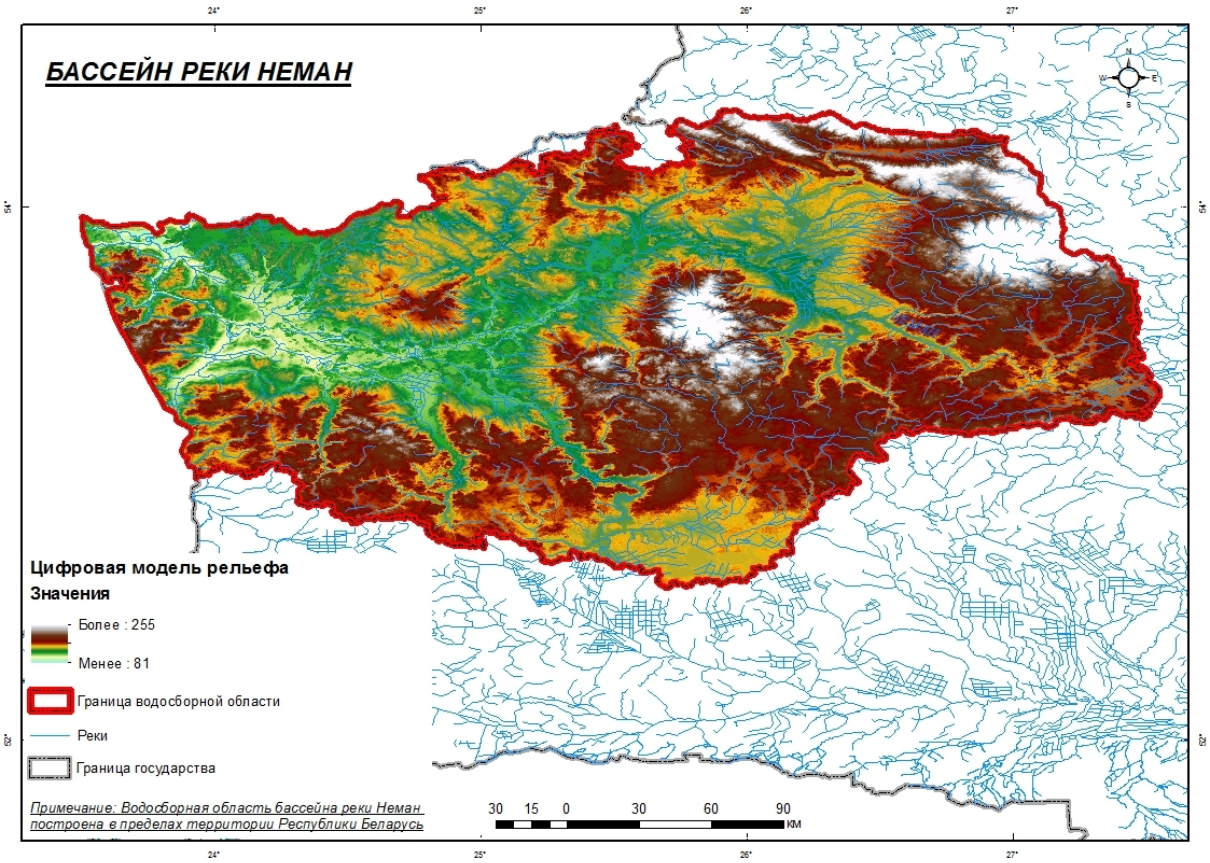


Рис. 1. Водосборная область р. Неман в пределах Республики Беларусь

Современный статус новых компьютерных геотехнологий определяется крупными государственными программами, зарубежными инвестициями, направленными на широкое использование аэрофотоснимков и космических снимков, цифровых карт, визуализации баз данных.

Автоматизированное определение границ водосбора является важнейшим этапом. От правильности проведения границ зависит точность многих

последующих измерений и расчетов. Особенно это важно для равнинных территорий, где границы водоразделов определяются с низкой точностью. В любом случае, перед началом картометрических работ необходимо проверить точность нанесения водоразделов. ГИС-технологии позволяют сделать это с большой точностью и в короткое время. Если векторная граница региона или водосбора уже имеется, она берется за основу, если нет – определяется по цифровой карте.

В настоящем исследовании в качестве исходных данных (ЦМР) были использованы материалы радарной интерферометрической съемки поверхности земного шара SRTM 30, рис. 1. Основным инструментарием служил набор инструментов «Гидрология» модуля Spatial Analyst ГИС ArcGIS.

При использовании цифровой модели рельефа в качестве входных данных инструмента «Направление потоков – Flow Direction» определяется направление, в котором вода вытекает из каждой ячейки растра. Для создания сети постоянных и временных водотоков, используется инструмент «Суммарный сток – Flow Accumulation». Чтобы представить порядок каждого сегмента в сети, применяется инструмент «Порядок водотоков – Stream Order».

Таким образом, географические информационные системы находят все более широкое применение в гидрологии как для выполнения оперативных расчетов и оценки водных ресурсов, так и для изучения гидрологического режима водных объектов. Многие проблемы сбора, обработки и интерпретации данных, проектирования гидрологических сетей и подготовки предложений для принятия решений при широком использовании ГИС-технологии и персональных компьютеров могут разрешаться легче и эффективнее, чем это было до сих пор в гидрологической практике. Возможность ГИС-технологий оперативно представлять на цифровых или бумажных картах водные объекты совместно с их гидрографическими характеристиками, гидрологическими постами и данными измерений позволяет оперативно проводить автоматизированный комплексный анализ и интерпретацию материалов наблюдений для получения подробной картины происходящих процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мильков, Ф.Н.Бассейн реки как парадинамическая ландшафтная система / Ф.Н. Мильков // География и природные ресурсы. – 1981. – № 4. – С. 11–18.

2. Изменение гидрографической сети Беларуси под воздействием мелиоративных работ: справочник: в 6 ч. – Ч. 1: Сведения об отрегулированных реках по основным речным бассейнам Беларуси /под ред. Ф.М.Ошерова. – Минск, 1999. – 213 с.

3. Ресурсы поверхностных вод СССР: Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима: в 20 т. – Л.: Гидрометеоиздат, 1970-1976. – Т. 5: Белоруссия и Верхнее Поднепровье / под ред. К.А. Клюевой. – 1971. – Ч. 1. – 1107с.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ТЕРРИТОРИИ И СОЗДАНИЯ ЗЕЛЕНОГО МАРШРУТА (НА ПРИМЕРЕ МОСТОВСКОГО РАЙОНА ГРОДНЕНСКОЙ ОБЛАСТИ)

Ю.В. Ананич
студент магистратуры кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета Белорусского государственного университета

О.И. Жебит
соискатель географического факультета Белорусского государственного университета

А.Е. Яротов
к.г.н., доцент, доцент кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета Белорусского государственного университета

Е.А. Козлов
к.г.н., старший преподаватель кафедры физической географии мира и образовательных технологий географического факультета Белорусского государственного университета

Цель данной работы – создание зеленого маршрута на основе анализа структуры и реализации природного и историко-культурного потенциала Мостовского района. Исходными материалами послужили геопривязанные данные о туристских дестинациях, адаптированные к картографической основе векторных слоев OpenStreetMap.

Основные задачи проекта:

· собрать информацию об объектах природного и историко-культурного потенциала на территории района;

· провести районирование территории, выделить микрокластеры для последующего анализа;

· проанализировать текущие и потенциальные туристические продукты, предоставляемые в микрокластерах;

· провести общий сравнительный анализ особенностей реализации туристического потенциала микрокластеров;

· построить зеленый маршрут, сделать вывод.

В качестве объекта исследования был выбран Мостовский район. На это повлияло его близкое расположение к областному центру, высокая густота автомобильной сети, наличие железной дороги, высокая интенсивность транзитного движения. Район обладает значительным климатическим потенциалом и относится к Гродненско-Неманскому туристскому региону.

Первым шагом выполнения работ стал сбор информации об объектах района, обладающих туристическим потенциалом. Всего в Мостовском районе был идентифицирован 61 такой объект. Объекты были сгруппированы по трем типам туристического потенциала: культурно-исторический потенциал представлен объектами архитектуры, археологии, истории, музеями; природно-географический потенциал – памятниками природы и ООПТ; социально-экономический – объектами размещения и инфраструктуры. Каждому объекту были присвоены номера в своей категории [1].

Отдельно были идентифицированы два объекта, представляющие этнокультурные инициативы, находящиеся на территории района: котчинская кадриль в д. Б. Озерки, двойное ткачество в д. Гудевичи.

В границах г. Мосты были выделены функциональные зоны. Полученная информация при помощи программного комплекса ArcGIS 9.2 была собрана в географическую базу данных. С помощью данных из открытых источников была построена цифровая модель территории района, включающая железные и автомобильные дороги, леса, болота, населенные пункты. Далее модель местности была дополнена ранее выявленными объектами, визуализированными значками разного типа. Полученная модель стала основой для создания туристской энциклопедии [2].

Следующим этапом стало проведение районирования для выделения микрокластеров различного ранга: округов и подокругов. Основным критерием для выделения кластеров стало функциональное зонирование административных районов и распределение функций поселений, а также общность качественной структуры объектов туристического потенциала (комплиментарность). Осями микрокластеров стали дороги. На территории района были выделены шесть подокругов в составе трех округов.

Затем была собрана информация о существующих и перспективных видах предоставляемых туристических услуг в подокругах. По результатам анализа была построена таблица привлекательности микрокластеров, описывающая плюсы и минусы каждого (табл. 1).

На основе распределения туристических объектов по категориям при проведении экспликации были построены столбчатые диаграммы по микрокластерам, в качестве фонового показателя использовалась лесистость (рис. 1).

Табл. 1. Туристическая привлекательность подокругов (оценка)

Подокруга	*Черты*					*Общий уровень*
	Транспортн. доступность	*Потенциал*		*Услуги*	*Инфра-структура*	
		природный	*культурный*			
Липичанский	++	+++	+	+++	+++	+++
Дубненский	++	++	++	+	+	++
Лунненский	++	+	+++	+++	++	+++
Мостовский	+++	++	++	++	++	+++
Озерковский	+	+	++	+	+	+
Песковский	++	++	+++	+	+	++

Прим.: +++ - хороший уровень; ++ - достаточный уровень; + - недостаточный уровень.

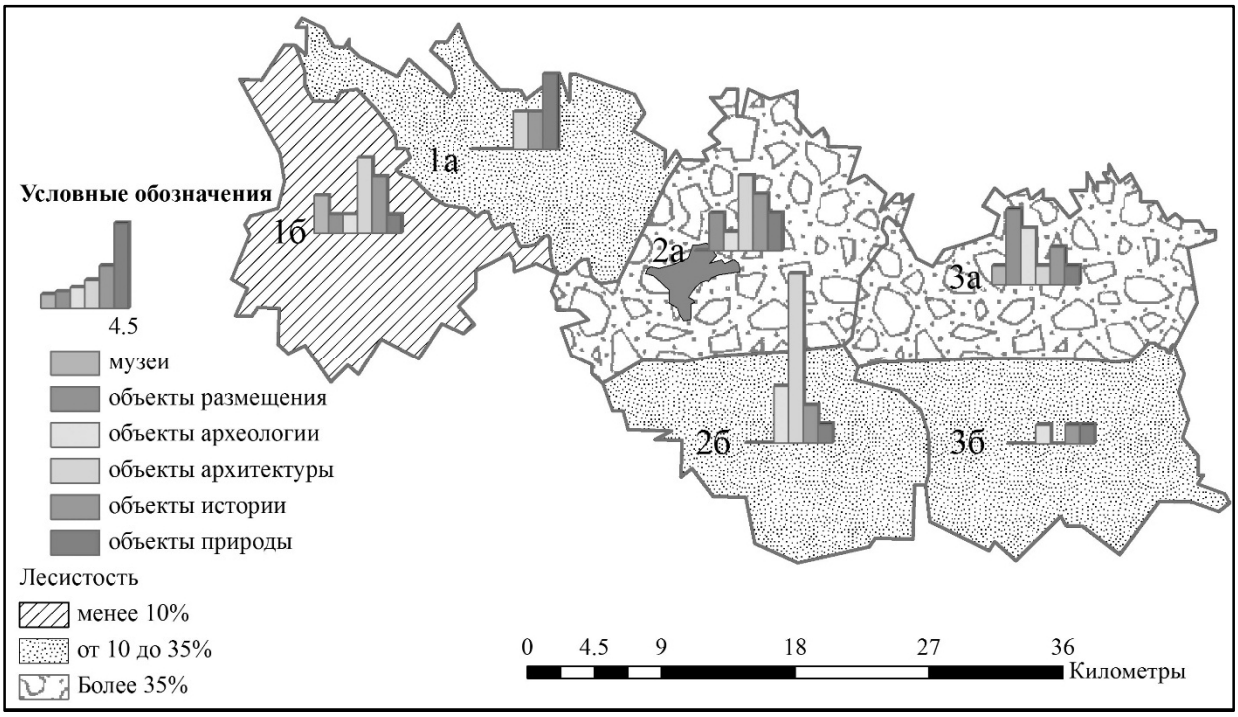


Рис. 1. Распределение объектов туристического потенциала Мостовского района
Подокруга: 1а – Дубненский, 1б – Лунненский, 2а – Мостовский, 2б – Песковский, 3а – Липичанский, 3б – Озерковский

На основе имеющихся данных об объектах туристического характера, а также с учетом перспективного развития инфраструктуры и непосредственного улучшения условий жизни местного населения, был создан план зеленого маршрута, схема которого была добавлена в проект (рис. 2). Исходя из методики построения зеленого маршрута [3] основной осью выбран путь из областного центра г. Гродно в д. Шимки на территории Липичанской пущи. Маршрут пролегает вдоль дорог республиканского значения Р-44 и Р-41 и проходит через узлы микрокластеров с максимально реализуемым потенциалом – д. Лунно, д. Шимки, г. Мосты. В д. Лунно уже сейчас идет развитие объектов размещения и инфраструктуры, что отражается на качестве жизни местного населения. В планах сделать этот населенный пункт крупнейшим узлом всей западной части района. От данного населенного пункта отходят петли Глядовичская и Гудевичская.

Глядовичская петля не имеет четко выраженной направленности и включает в себя объекты как культурного, так и природного потенциала. Петля захватывает деревни Миневичи, Богатыревичи, Понижаны. В д. Глядовичи планируется развитие инфраструктуры для отдыха на воде и размещения туристов.

Гудевичская петля имеет выраженную историко-культурную направленность, несомненным плюсом является наличие существующих объектов размещения в д. Седеневичи. Также в маршрут петли включается д. Щечицы.

Вторым узловым пунктом является д. Дубно, которая также является крупным перспективным узлом с отходящей от нее Ковшовской петлей,

имеющей природную направленность, и охватывающей обнажения долин Немана, биологический заказник Черлена и котловины «Гумнище» и «Подберезье». Данный узел также нуждается в объекте размещения и инфраструктуры.

Далее маршрут направляется в центр района, г. Мосты. На данный момент город обладает достаточным количеством объектов инфраструктуры, приток туристов поможет поднять показатели прибыли и заполненность данных объектов, возможно возникновение конкуренции. Из г. Мосты отходит Микелевщинская петля, главным образом имеющая историческую направленность. Также здесь находятся объекты, предоставляющие туристические услуги, направленные на активный отдых. Создание крупных объектов инфраструктуры не требуется. Петля также захватывает деревни Бояры, Олешевичи, Правые Мосты.

Основной маршрут после г. Мосты захватывает д. Пески – населенный пункт с большим культурным потенциалом. От данного пункта отходит Рогозницкая петля, включающая в себя значительное количество объектов архитектуры в д. Струбница, д. Белавичи и др. Как узловой пункт, д. Пески нуждается в размещении объекта инфраструктуры.

Далее маршрут движется к конечному пункту – д. Шимки. В данном узле потенциал реализован на максимальном уровне, отсюда отходят Липичанская и Озерковская петли. Первая направлена на широкое исследование Липичанской пущи и сопутствующие виды туристического продукта, вторая – включает в себя весь Озерковский подокруг. В связи с большим расстоянием рекомендуется создание объекты размещения в д. Большие Озерки.

Таким образом, разработанный зеленый маршрут удовлетворит полный спектр спроса потребителей туристского продукта, а планируемые объекты увеличат планируемый доход от туризма и занятость местного населения.

ЛИТЕРАТУРА

1. Развитие агроэкотуризма в приграничных регионах на примере Брестской и Гродненской областей: монография / Н.Б. Тупицына [и др.]; под общ. ред. И.Н. Шарухо, А.В. Шадракова, Н.Б. Тупицыной. – Минск: Изд. В. Хурсик, Смэлток, 2015. – С. 160–161.

2. Артиш, О.И. Оценка природного фактора развития агроэкотуризма (на примере Мостовского района Гродненской области) / О.И. Артиш, А.Е., Яротов, Е.А. Козлов // Проблемы устойчивого развития регионов Республики Беларусь и сопредельных стран: сб. науч. ст. IV междунар. науч.-практ. конф. 2 апр. 2015 г., г. Могилев / УО «МоГУ им. А.А. Кулешова»; Шарухо И.Н. [и др.]. – Могилев: МоГУ им. А.А. Кулешова, 2015. – С. 144–148.

3. Зеленые маршруты = Greenways / Программа развития ООН в Республике Беларусь, Европейский Союз / Сост.: В.А. Клицунова. – Минск: Альтиора–Живые краски, 2010. – С. 7-9.

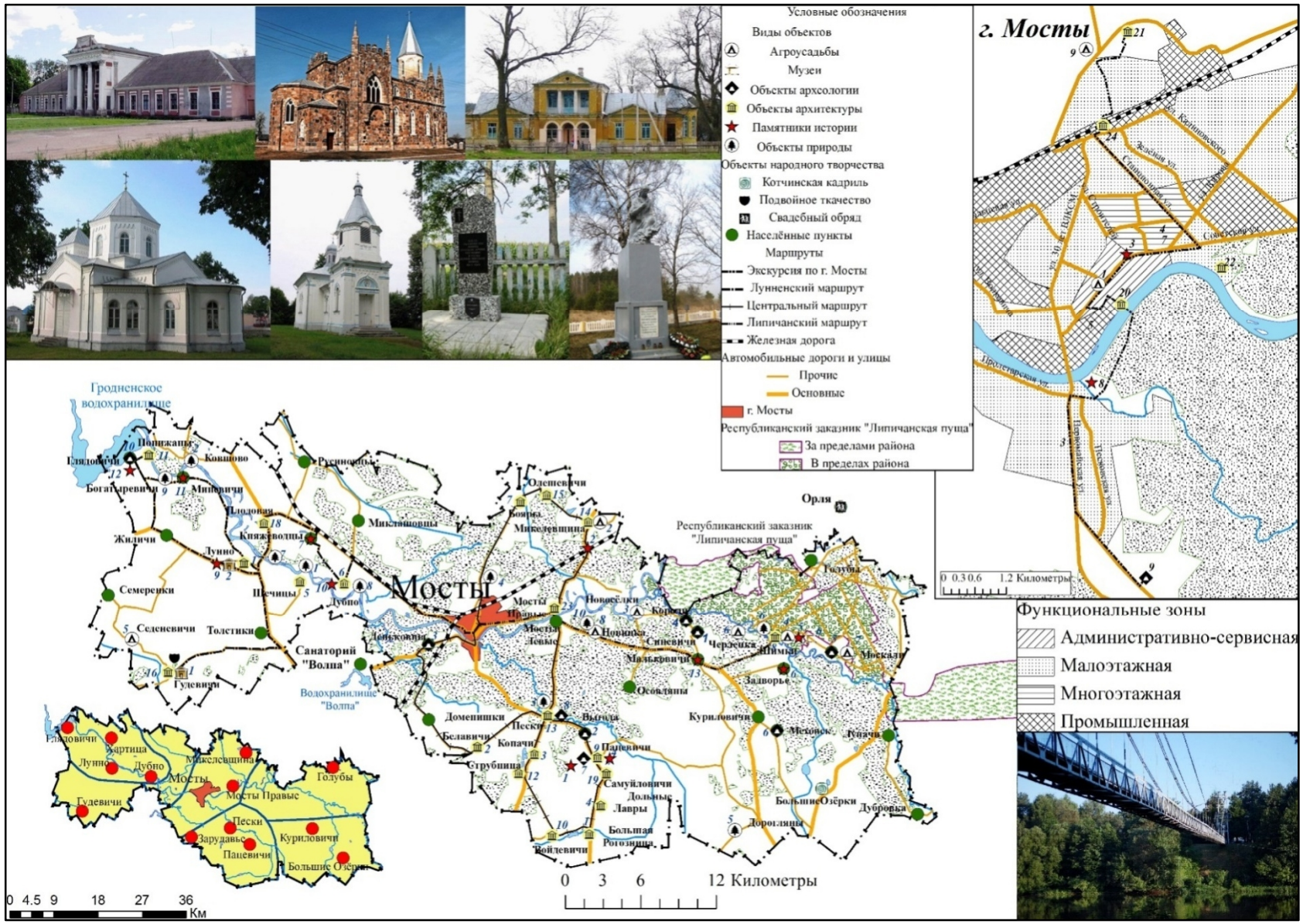


Рис. 2. Проект зеленого маршрута на общей туристической схеме

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ НА БАЗЕ ГИС «ОПЕРАТОР» В БЕЛАРУСИ

И.А. Тушкевич, А.А. Крипец
курсанты 5-го курса военного факультета
Белорусского государственного университета

В.А. Радевич
начальник военно-специальных дисциплин общевойсковой кафедры
военного факультета Белорусского государственного университета

Концепция сетецентрического управления войсками предусматривает увеличение боевой мощи группировки объединенных сил за счет образования информационно коммутационной сети, включающей источники разведки, органы управления и средства поражения (подавления), что позволяет обеспечить участников операций достоверной и полной информацией об обстановке практически в режиме реального времени. Важным условием функционирования любой системы управления является наличие обратной связи с объектами управления. Система должна содержать оперативные данные о собственных войсках, о противнике, о состоянии местности, климатических условиях и т.д. [1, 2].

ГИС военного назначения «Оператор», разработанная КБ «Панорама», является специализированным приложением, которое в составе глобальной сетецентрической системы управления обеспечивает обработку данных из различных источников [1, 2].

Работа сетецентрической системы с использованием ГИС «Оператор» используется при решении следующих задач: формирование единой базы геопространственных данных, авторизованное подключение к ГИС Серверу с рабочих мест должностных лиц; подключение рабочих карт, нанесение и сопровождение оперативной обстановки; создание 3D-моделей; решение прикладных задач (расчеты по карте, построение зон видимости и др.) [1, 2].

Военная академия Республики Беларусь совместно с ООО «Белфортекс» разрабатывают комплексы специального программного обеспечения с применением ГИС «Оператор». Комплексы включают в себя: систему моделирования и поддержки принятия решений для ВВС и войск ПВО, систему поддержки принятия решений для органов пограничной службы, элементы комплекса поддержки принятия решения командира, программное обеспечение для решения задач по оптимизации движения транспорта [1, 2, 3].

Широкий функционал системы позволяет выполнять прогнозирование последствий радиоактивного загрязнения на основании сведений о рельефе и застроенности местности, объеме загрязняющих веществ, погодных условиях.

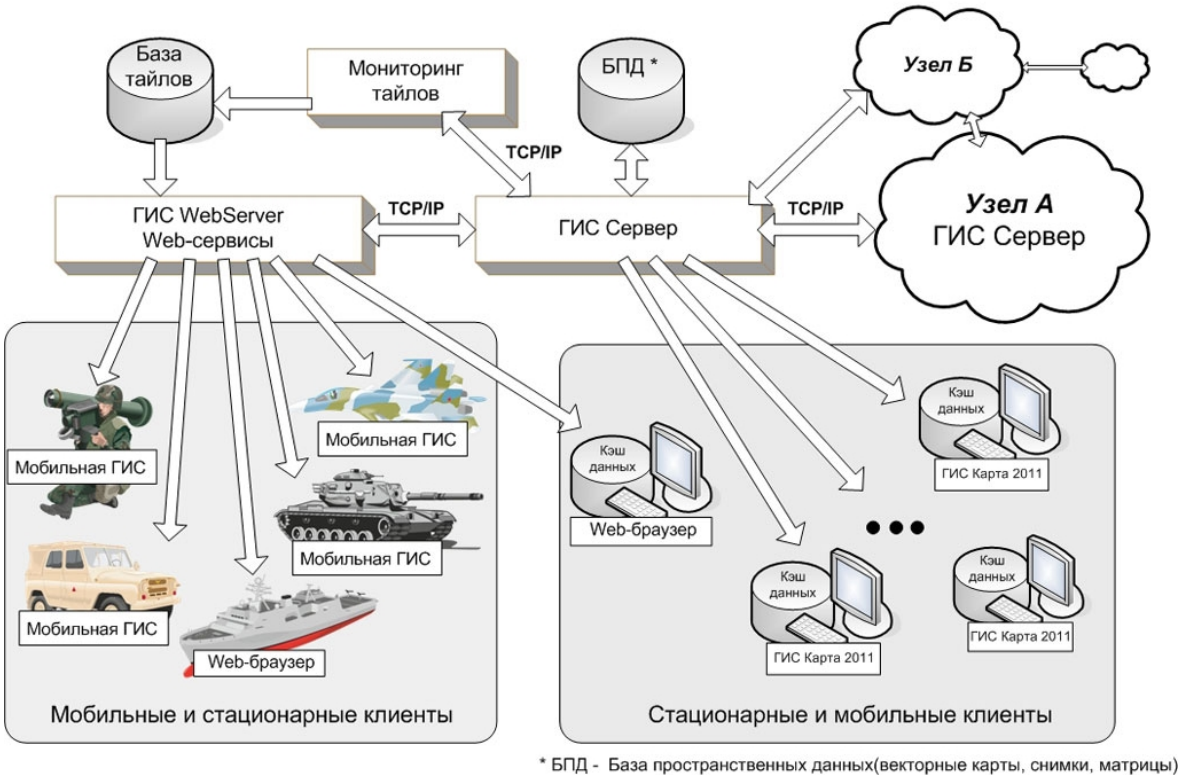


Рис. 1. Структура узла сетецентрической системы управления [1]

Программный комплекс ГИС Оператор позволяет моделировать оптимальный маршрут движения летательных аппаратов в условиях применения противником радиолокационных средств борьбы (РЭБ), исходя из расчета трехмерного радиолокационного поля зоны наблюдения с учетом рельефа местности. Также данная система имеет перспективы применения в разведывательных действиях войск при поиске объектов со сложной конфигурацией (танки, самолеты) по данным ДДЗ.

Таким образом, комплект программ, разработанных ЗАО КБ «Панорама», позволяет организовать топогеодезическое обеспечение войск на основе принципов сетецентрических технологий в перспективных автоматизированных системах и средствах управления в силовых ведомствах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Демиденко, Р.А. Опыт реализации сетецентрической системы управления с использованием ГИС-оператор / Р.А. Демиденко // Геопрофи. – № 1. – 2013. – С. 8–11.

2. Беленков, О.В. Реализация технологии сетецентрического управления в АСУ войсками и оружием на базе ГИС «Карта 2011» / О.В. Беленков // КБ «Панорама» [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gisinfo.ru/item/91.htm.

3. Тушкевич, И.А. Реализация сетецентрической системы управления войсками с использованием ГИС «Оператор» / И.А. Тушкевич, И.А. Потемкин // Геоинформационные системы военного назначения (теория и практика применения) : сб. тез. докл. Респ. науч.-метод. конф., 29 апр. 2015 г. – Минск, 2015. – С.62–64.

ГИС-ОЦЕНКА КОНФИГУРАЦИИ АДМИНИСТРАТИВНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ РАЙОНОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

А.А. Сазонов, В.М. Винча
студенты 4-го курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

С.Н. Прокопович
старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Административно-территориальное деление является условием, определяющим эффективность управления территорией государства, и проводится в соответствии с границами ареалов расселения этнических групп, по природным рубежам, геометрическим линиям. Указанные факторы обуславливают изрезанность границ, расчлененность территории и сложность пространственной конфигурации административно-территориальных единиц (АТЕ), что оказывает влияние на размещении объектов хозяйственного, инфраструктурного, жилищного назначения, геополитику, и, в конечном счете – экономическую эффективность как всей страны в целом, так и каждой отдельной АТЕ в частности.

Целью данного проекта стала оценка существующей пространственной конфигурации административно-территориальных единиц базового уровня – административных районов.

Важным и нередко определяющим экономическим аспектом регионального развития является расстояние. Территориальный фактор обусловливает транспортные тарифы, степень доступности поселений и объектов, а также способствует или сдерживает межрегиональные, местные связи и центропериферийные отношения [1].

Главной особенностью полигонов Тиссена (полигонов Вороного) является то, что полигональные области (локусы), образуются на заданном множестве точек таким образом, что расстояние от любой точки области до данной точки меньше, чем для любой другой точки множества [2]. Таким образом, полигоны Тиссена разбивают территорию на полигоны, границы которых обусловлены только фактором близости от центральных точек построения, что можно охарактеризовать как наилучшую доступность любой точки внутри полигона по отношению к центральной точке.

Учитывая вышесказанное, были поставлены следующие задачи: определить соответствие пространственной конфигурации исследуемых АТЕ конфигурации соответствующих им полигонов Тиссена; определить расчлененность АТЕ.

На первом этапе вокруг районных центров Республики при помощи инструмента «Создать полигоны Тиссена» в ArcGIS 10.2 были построены

полигоны Тиссена (далее – ПТ) (рис. 1). Затем были выделены участки, общие для полигонов Тиссена и административных районов (рис. 2).

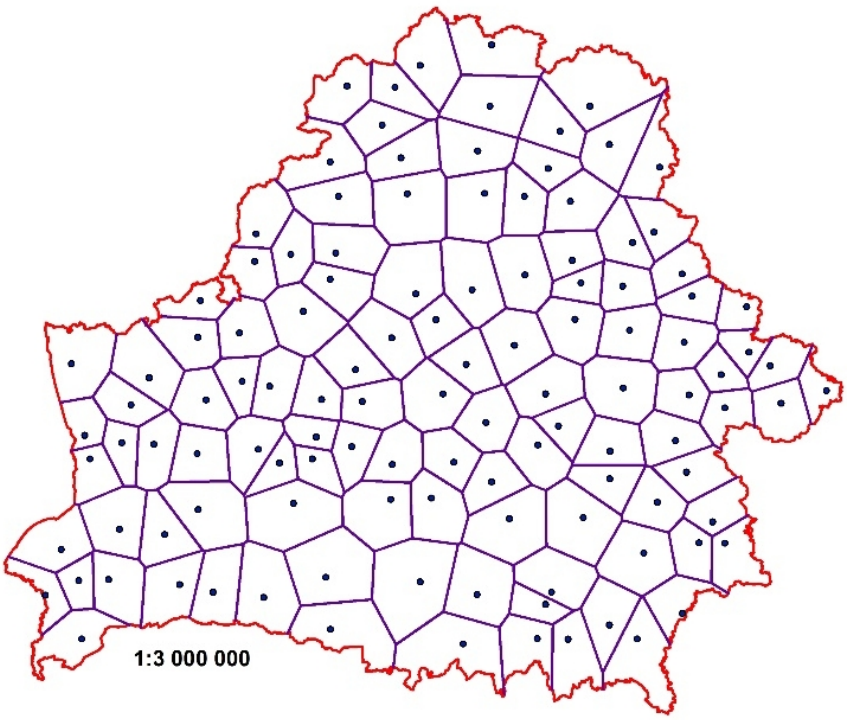


Рис. 1. Полигоны Тиссена центров административных районов Республики Беларусь

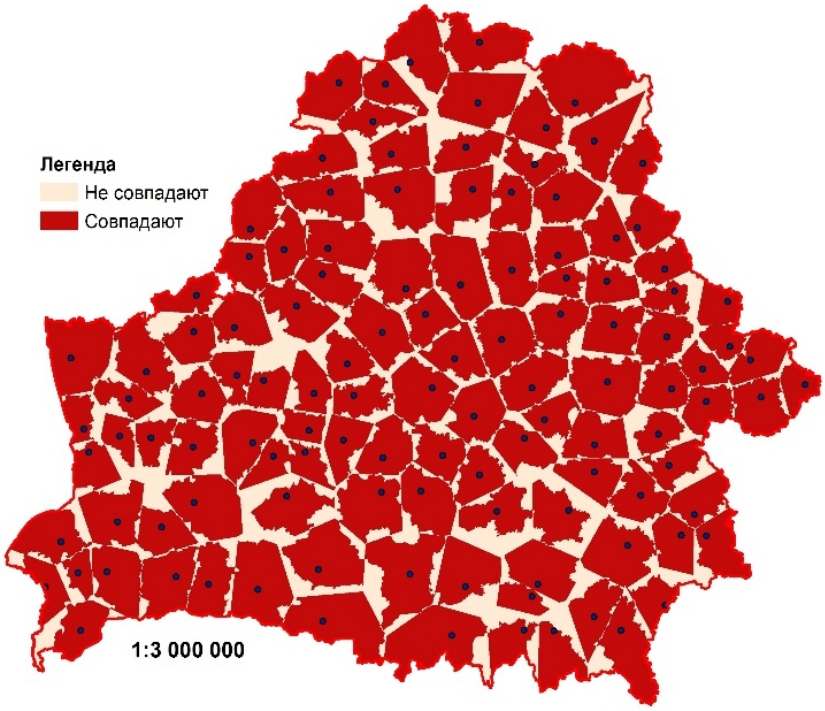


Рис. 2. Сопоставление полигонов Тиссена центров административных районов и административных районов Беларуси

На основе отношения $S_п/S_{Т,}$ где $S_п$ – площадь АТЕ, общая для АТЕ и ПТ и $S_т$ – площадь ПТ, была построена картограмма, отражающая схожесть ПТ и АТЕ.

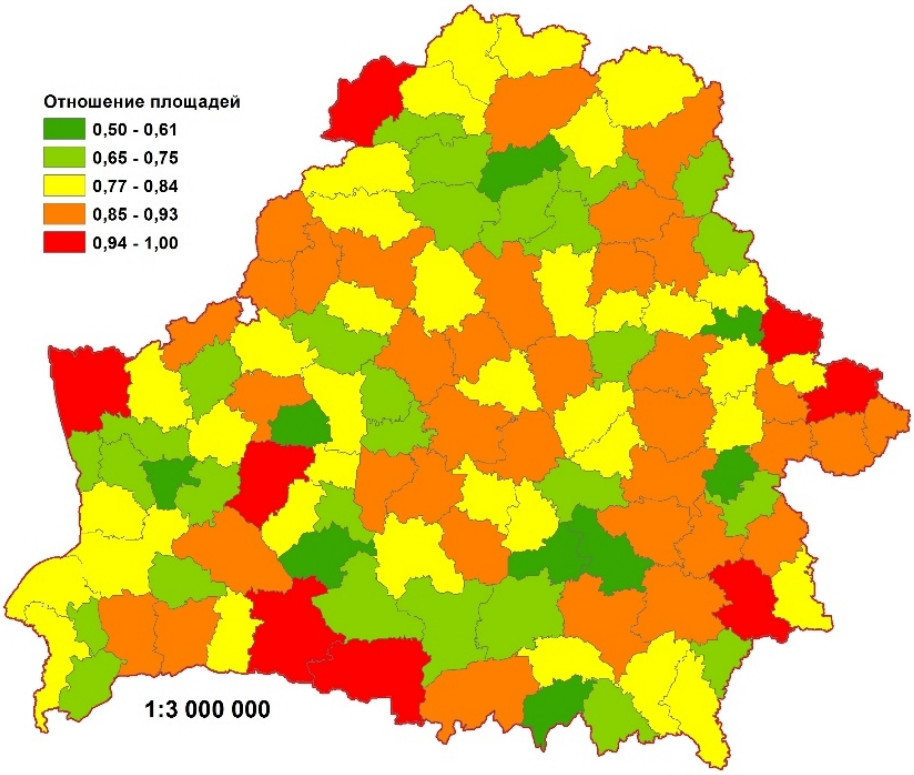


Рис. 3. Соответствие АТЕ Беларуси
полигонам Тиссена центров административных районов

Таким образом, районы республики в соответствии с указанным отношением были поделены на 5 классов. Наименьшие значения наблюдаются в Октябрьском, Зельвенском, Ганцевичском районах – 0,5. Эти районы наименее соответствуют свои полигонам Тиссена. Наибольшее – в Браславском и Мстиславском районах. По мнению авторов, районы с наименьшим значением отношения Sп/ST заслуживают повышенного внимания и требуют внесения изменений в административно-территориальное устройство.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ольшевский, А.В Оценка пространственных условий административно-территориальных единиц Беларуси / А.В. Ольшевский, В.М. Яцухно // Весн. Беларус. гос. ун-та. Сер. 2. Химия. Биология. География – 2010. – № 3. – С. 97–101.

2. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов / Ю.Б. Баранов, А.М. Берлянт, Е.Г. Капралов и др. – М.: ГИС Ассоциация, 1999. – 204 с.

ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ ГИС В ХОДЕ ВЫПОЛНЕНИЯ МИКРОРЕГИОНАЛЬНЫХ ЭКОЛОГО-ГИДРОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ (НА ПРИМЕРЕ БЕРЕЗОВСКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ)

О.И. Новик
студентка 4-го курса кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

О.В. Токарчук
к.г.н., доцент, доцент кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

Перспективным направлением в области геоинформационных систем (ГИС) в настоящее время является создание региональных и локальных ГИС, которые разрабатываются с целью создания пространственно-временных моделей небольшой территории для выработки и принятия управленческих решений в различных областях деятельности. Это направление широко развивается в России и странах дальнего зарубежья, однако недостаточно представлено в Республике Беларусь. В настоящее время в Беларуси наибольшее внимание уделяется разработке и созданию ГИС республиканского и макрорегионального уровня, основанных на использовании существующего картографического и статистического материала. Региональные и локальные ГИС, основой которых являются изучение территорий меньшего уровня (например, административных районов) встречаются значительно реже. Перспективным направлением является создание региональных и локальных ГИС на основе пространственных данных для крупных регионов с последующим преобразованием информации применительно к менее изученным территориям.

Для проведения настоящего исследования первоначально использовалась базовая ГИС Березовского района, выполненная с использованием ГИС-пакета ArcView GIS с рядом дополнительных модулей: (1) модуль GeoProcessing Wizard (Мастер пространственных операций) использовался для создания буферных зон, а также в ходе выполнения операций разбиения, пересечения, вырезания и объединения; (2) модуль XTools – для пространственного анализа, конвертации объектов и работы с атрибутивными таблицами для ArcView GIS; (3) модуль Database Access – как единый интерфейс для обращения к данным SDE (Spatial Database Engine) либо к базам данных, поддерживаемых ODBC, с его помощью посылались SQL-запросы любым поддерживаемым базам данных без дополнительного копирования результатов запросов; (4) модуль Legend Tool – для создания легенд к тематическим и оценочным картам; (5) модуль Geographic Transformer – для привязки и трансформации тематических карт к одной основе (в частности границе Березовского района).

В настоящее время, реализация заключительного этапа исследования (разработка и создания электронной информационно-аналитической системы Березовского района для целей рационального использования и охраны поверхностных вод) производится на основе лицензионного программного пакета ArcGIS 10.2.

Создаваемая ГИС характеризуется сложной структурой (рис. 1).

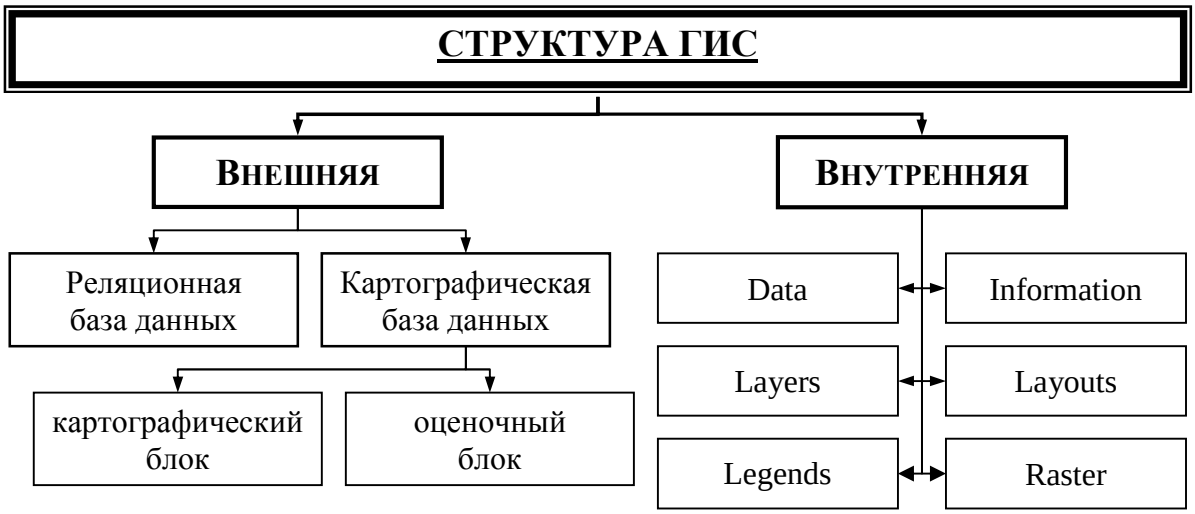


Рис. 1. Структура ГИС «Эколого-гидрологическая характеристика Березовского района»

Внутренняя структура ГИС представляет схему хранения документов (рис. 2):

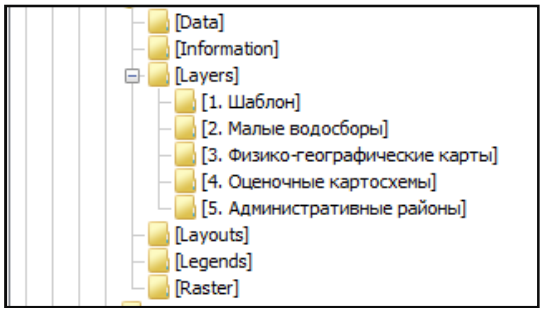


Рис. 2. Внутренняя структура ГИС

Блок «Data» включает статистические (рис. 3) и расчетные (рис. 4) базы данных (в виде Excel, Access).

Блок «Information» хранит текстовые файлы (источники данных, методики расчета оценочных показателей, краткий анализ оценочных карт и др.).

Блок «Layers» хранит основные шейп-файлы и слои; т. к. проект является большим по размеру и содержит значительное количество тем, файлы были распределены между папками с первоначальными тематическими блоками атласа (см. рис. 2). Каждый из данных блоков содержит определенные карты. В целом структура данного блока поддерживает внешнюю структуру ГИС-проекта.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	**Название района**	**Густота речной сети, км/км^2**	**Величина речного стока, млн м^3**	**Количество озер**	**Площадь зеркала озера, км^2**	**Кол-во водохранилищ площадью водного зеркала более 1 км^2**	**Площадь зеркала водохранилищ с площадью более 1 км^2, км^2**	**Кол-во прудов**	**Площадь зеркала прудов, км^2**			
2	Барановичский	0,47	353	4	0,78	2	2,5	41	4,47			
3	Березовский	0,46	139	4	33,22	1	20,7	22	0,41			
4	Брестский	0,53	148	8	1,65	1	0,56	21	4			
5	Ганцевичский	0,32	180	9	1,07	3	19,3	9	0,6			
6	Дрогичинский	0,42	176	3	5,45	1	1,826	10	0,12			
7	Жабинковский	0,52	69	0	0	1	0,3	11	0,79			
8	Ивановский	0,54	139	10	6,03	2	4,79	21	3,53			
9	Ивацевичский	0,37	338	9	37,79	2	3,69	7	0,14			
10	Каменецкий	0,37	180	1	0,1	1	3,3	27	2,26			
11	Кобринский	0,56	185	4	2,21	2	2,87	11	1,26			
12	Лунинецкий	0,47	250	38	3,68	0	0	10	1,12			
13	Ляховичский	0,49	164	1	0,1	2	6,5	6	0,79			
14	Малоритский	0,31	130	3	5,11	1	5,4	3	0,48			
15	Пинский	0,37	297	8	2,39	4	34,99	13	1,65			
16	Пружанский	0,42	297	0	0	1	2,92	25	3,28			
17	Столинский	0,32	315	39	6,53	0	0	0	0			

Рис. 3. Статистическая база данных Excel
«Гидрографические характеристики районов Брестской области»

район

Mv	площадь, кі	густота,км/	озерность,ı	лесистость,	болотистос	города, км2	сел нп, км2	дороги,км	озерность,	лесистость,	болотистос
я1	470,19	1,04	20,81	119	13,96	8,43	23,89	2209	4,43	25,31	2,97
Я2	358,24	1,29	0,42	64,81	0	0	20,99	1281,64	0,12	18,09	0,00
я3	142,87	1,23	0,14	34,53	0	0	10,6	204,49	0,10	24,17	0,00
Я4	341,95	1,13	24,19	124,39	65,78	4,88	15,23	1169,64	7,07	36,38	19,24
я5	87,8	1,24	9,82	34,74	58,02	0	1,06	77,44	11,18	39,57	66,08

Рис. 4. Расчетная база данных Access
«Оценка современного состояния малых водосборов»

Блок «Layouts» хранит готовые макеты карт и картосхем.

Блок «Legends» содержит легенды к тематическим и оценочным картам. Сохранение легенд карт позволяет восстанавливать внешний вид темы при ее перемещении в другой вид или проект.

Блок «Raster» включает растровые карты, которые являлись основой для создания векторных карт ГИС, а также использовались для выделения малых водосборов, выполнения расчетов и др.

Внешняя структура включает две базы данных: реляционную (содержит табличный материал) и картографическую, которая предназначена для хранения карт (рис. 5).

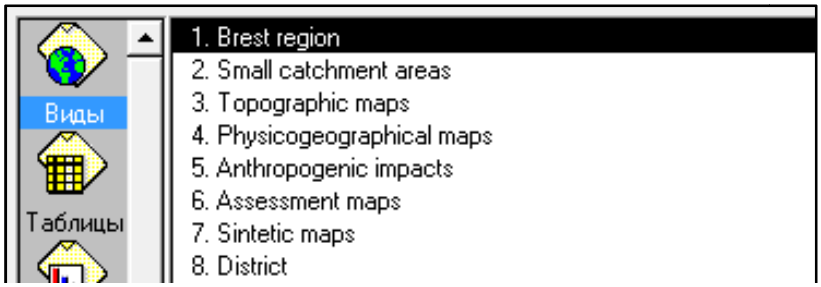


Рис.5. Основные виды ГИС

Статистическая (реляционная) база данных представляет собой легенды к полигональным векторным темам географической базы данных либо таблицы статистической информации включающей расчетные первичные и интегральные показатели (рис. 3, 4).

Картографическая база данных охватывает географический блок, включающий три части:

1. Топографическая, состоящая из темы гидрографической сети, населенных пунктов, лесов и др. (табл. 1).

2. Географическая, которая включает физико-географические тематические карты (геоморфологическую, растительности, ландшафтов, природных районирований и др.).

3. Тематическая, состоящая из созданных самостоятельно тематических карт (малые водосборы, плотность населения и др.).

Табл. 1.Схема организации данных цифровой топографической основы ГИС «Эколого-гидрологическая характеристика Березовского района»

Вид	*Тема*		
	Название	*Тип*	*Атрибуты*
Рельеф	Отметки высот	точечная	ID, высота над уровнем моря
Гидрография	Реки	линейная	ID, название, длина
	Каналы	линейная	ID, название, длина
	Озера	полигональная	ID, название, площадь, глубина
	Водохранилища	полигональная	ID, название, тип, основное назначение
Растительность	Леса	полигональная	ID
Населенные пункты	Города	полигональная	ID, название, статус, численность жителей
	Поселки городского типа	полигональная	ID, название, численность жителей
	Поселки сельского типа	полигональная	ID, название, численность жителей
Дороги	Железные дороги	линейная	ID, название
	Автомобильные дороги	линейная	ID, название, тип дороги
Административно-территориальное деление	Районы	полигональная	ID, название, площадь, область
	Области	полигональная	ID, название, площадь

С использованием базовой ГИС-основы проводились следующие виды работ:

· Создавались локальные ГИС-проекты более мелких территориальных единиц, расположенных в пределах района (республиканского заказника «Споровский» (рис. 6), отдельных речных водосборов и др.).

· Были получены цифровые данные для проведения последующих оценочных исследований. Необходимые цифровые данные были получены на основе тематических карт с использованием модуля пространственных операций (*GeoProcessing Wizard*), позволяющего сливать, объединять, вырезать и проводить другие операции над различными темами одного вида ГИС. Подобным образом в настоящем исследовании проводилось пересечение

тематических карт (лесов, болот, ландшафтов и др.), карт административно-территориального деления и карт малых водосборов (рис. 7).

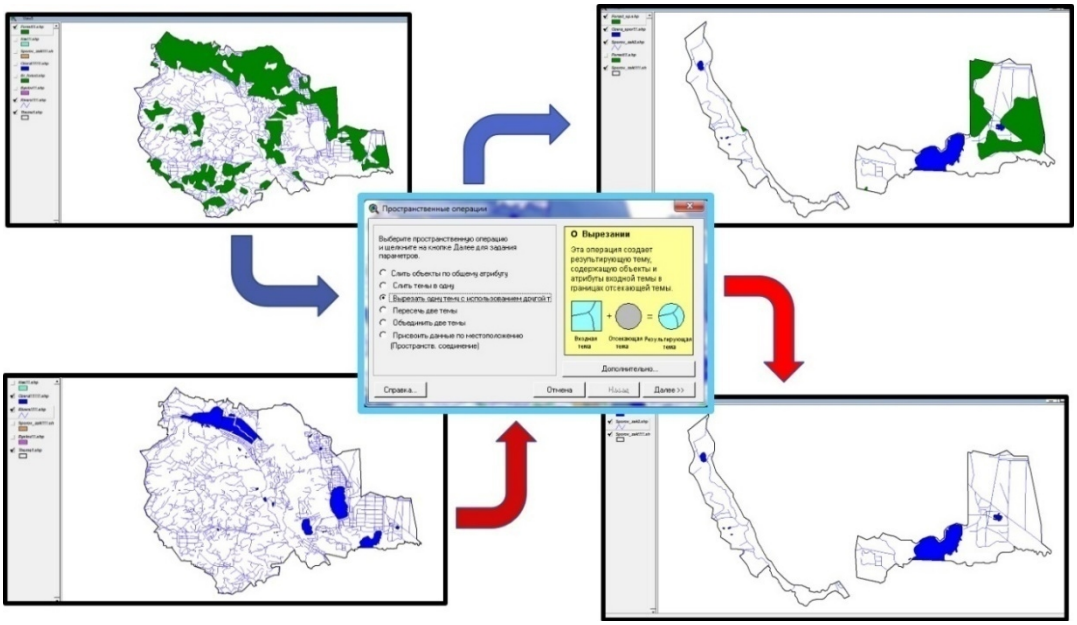
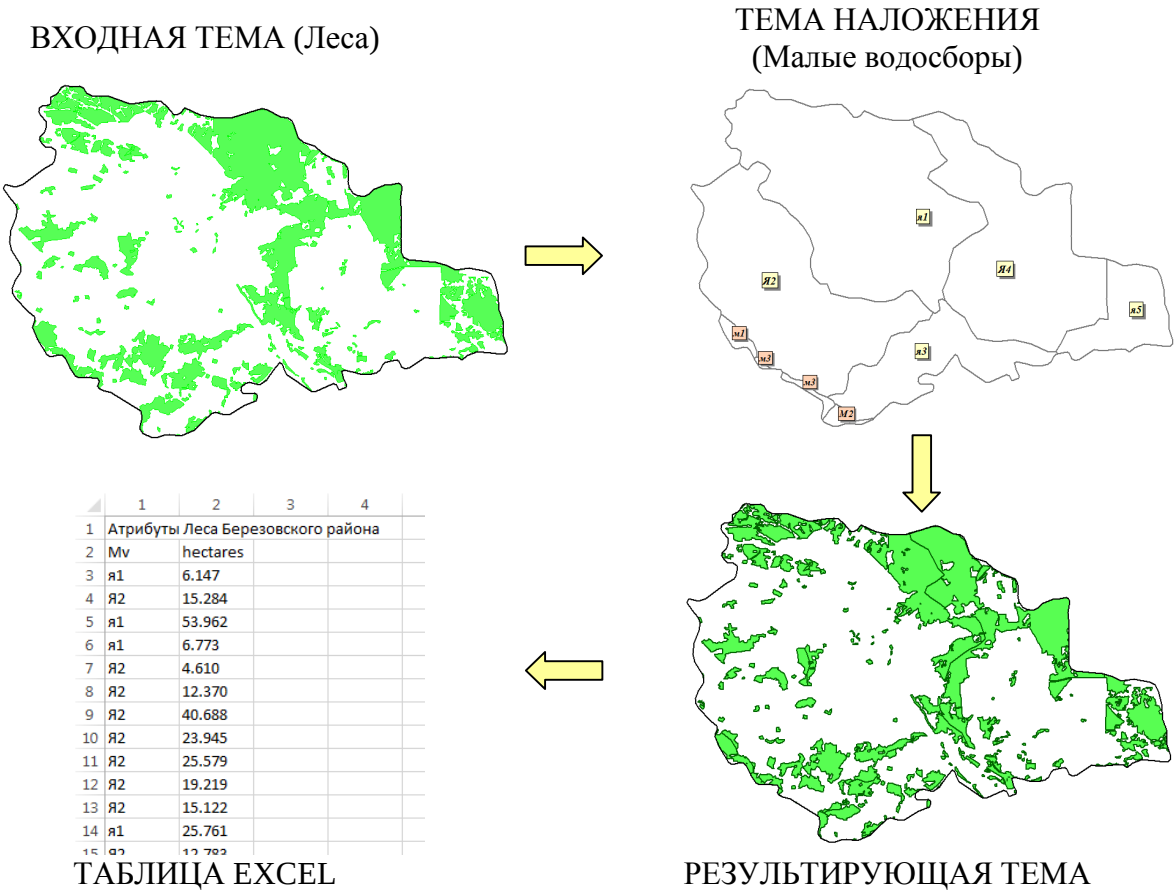


Рис. 6. Алгоритм создания ГИС заказника «Споровский»



	1	2	3	4
1	Атрибуты Леса Березовского района			
2	Mv	hectares		
3	я1	6.147		
4	Я2	15.284		
5	я1	53.962		
6	я1	6.773		
7	Я2	4.610		
8	Я2	12.370		
9	Я2	40.688		
10	Я2	23.945		
11	Я2	25.579		
12	Я2	19.219		
13	Я2	15.122		
14	я1	25.761		
15	Я2	12.783		

Рис. 7. Алгоритм получения данных при проведении микрорегиональных эколого-гидрографических исследований Березовского района

· Создавался картографический материал, отражающий результаты проведенного исследования.

Результаты проведенного исследования использованы при создании электронной информационно-аналитической системы Березовского района для целей рационального использования и охраны поверхностных вод.

Работа выполнена при поддержке студенческого гранта Министерства образования Республики Беларусь (№ Г/Р 20150349).

НОМИНАЦИЯ «СОЗДАНИЕ ГИС ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНОГО И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ХАРАКТЕРА»

ЦИФРОВОЙ ИНТЕРАКТИВНЫЙ ТУРИСТИЧЕСКИЙ АТЛАС ГОРОДА ГРОДНО И ГРОДНЕНСКОГО РАЙОНА

В.Э. Лигер, Е.О. Малин, Т.И. Зарипов
студенты 4-го курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

С.Н. Пропокович
старший преподаватель кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Географические информационные системы (ГИС) с каждым годом находят все большее применение во многих сферах общественной жизни. В такой активно развивающейся отрасли сферы услуг как туризм, ГИС также стали решать значительное количество задач, таких как сбор, обработка и систематизация статистических, пространственных данных и отношений, их визуализацию, анализ, принятие решений: создание туристических маршрутов, выбор направлений, объектов, определение стоимости и др.

Применение ГИС-инструментов позволит сократить издержки туристических компаний на этапе разработки новых маршрутов, а также поможет интерактивно представить любой объем данных в удобном для использования виде.

Цель работы – дать наглядное представление о туристическом потенциале Гродно и Гродненского района, составить актуальные туристические маршруты и направления с использованием инструментов ГИС-анализа, а также оценить каждый маршрут по определенным параметрам.

Исходными данными для выполнения работы являлись: векторные данные OpenStreetMap [1], данные об объектах туризма (предоставлены лесохозяйственным отделом ГЛХУ «Гродненский лесхоз» [2]), информация об объектах историко-культурного назначения [3], в качестве источника данных об особо охраняемых природных территориях послужил реестр Министерства Охраны Окружающей Среды [4].

Цифровой интерактивный атлас создавался в программной среде ArcGIS в несколько этапов. На первом этапе проводился сбор данных о местоположении объектов, а также информационно-справочной информации. Информация об объектах историко-культурного назначения представлена историей объекта, его изображением (фото), границей и местоположением; особо охраняемых

территориях – землепользователем ООПТ, представленными растительными и животными сообществами, датой создания, границей и местоположением. Объекты рекреации (агроусадьбы, гостиницы, автозаправки, кафе, музеи, зоопарки, базы отдыха) кроме местоположения и изображения содержат время работы, контактные телефоны, количество мест [5] (рис. 1).

На основе данных OpenStreetMap была создана карта исследуемой территории в системе GCS_WGS_1984 и слой дорог, генерализированный в автоматическом режиме для удобства восприятия пользователем.

Далее следовал этап нанесения объектов на карту и подключение к ним вложений, включающих перечисленную информацию, а также ссылки на интернет источники (рис. 2).

Название	Время начала	Время окончания	Тип	Телефон
Аллюр	10:00:00	18:00:00	Кафе	<NULL>
Замок Зеваны	12:00:00	0:00:00	Ресторан	<NULL>
Визит	11:00:00	4:00:00	Кафе	<NULL>
Верас	12:00:00	2:00:00	Ресторан	+375 (152) 41 35 24
Палитра	7:30:00	2:00:00	Арт-кафе	+375 (152) 77 03 25
Веранда	10:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (44) 555 67 55
Тапас-Бар Амигос	10:00:00	23:00:00	Бар	+375 (29) 266 20 29
Чемпи	10:00:00	23:00:00	Кафе-клуб	+375 (152) 75 60 33
Квасовский двор	11:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (152) 64 87 12
Просто кофе	10:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (29) 112 97 33
Маг-кафе	10:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (33) 395 53 33
Каравай	10:00:00	23:00:00	Кафе	<NULL>
МАРКИЗА ТОДО	10:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (152) 741080
Марио	10:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (29) 698 45 55
Кафешка	10:00:00	23:00:00	Кафе	<NULL>
Палуба	10:00:00	23:00:00	Кафе	<NULL>
Очаг	10:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (152) 55 18 13
Амстердам	9:00:00	0:00:00	Кафе	+375 (152) 50 99 64
Заря	9:30:00	22:00:00	Кафе	+375 (152) 55 16 41
Сопрано	8:00:00	23:00:00	Кафе	+375 (152) 74 61 67
Гародня	9:30:00	22:00:00	Кафе	+375 (152) 72 33 39
Рандеву	10:00:00	21:00:00	Кафе	+375 (152) 888 84 20
Пиплз	10:00:00	0:00:00	Кафе-бистро	+375 (152) 60 40 85
Хамелион	9:00:00	22:00:00	Кафе	+375 (152) 73 03 54
Карчма	11:00:00	21:00:00	Кафе	+375 (152) 74 35 63
Караван	9:00:00	23:00:00	Бар	+375 (152) 75 81 48
1001 ночь	11:00:00	21:00:00	Кафе	+375 (152) 56 48 97
Гудини	10:00:00	21:00:00	Бар	+375 (33) 618 21 82
Семафор	10:00:00	18:00:00	Ресторан-бистро	+375 (152) 74 35 46
Лига	10:00:00	22:00:00	Спорт-бар	+375 (152) 43 45 08
Классик	9:00:00	22:00:00	Клуб-бар	+375 (152) 51 19 39
Старый город	12:00:00	1:00:00	Ресторан	+375 (152) 51 09 35

Рис. 1. Фрагмент атрибутивной таблицы точечного слоя пространственных данных «Кафе»

Как результат, с помощью инструмента HTML Popup, пользователь может получить данные об интересующем его объекте или выбрать объекты по таким критериям как время работы, категория заведения, средний ценник на одну персону. Также в режиме реального времени пользователь получает информацию о состоянии погоды.

На втором этапе на основе подготовленной дорожной сети с помощью набора инструментов Network Analyst были созданы туристические маршруты. Сетевой анализ позволил рассчитать минимальное время и кратчайший путь для прохождения маршрута.

Генерализированный векторный слой дорог был разделен на сегменты в местах поворотов для большей точности итогового расчета. Далее в таблице атрибутов были созданы необходимые для проведения анализа поля [6]:

maxspeed (максимальная скорость, км/ч), название_дорог (название улиц и автомагистралей),minutes (время, мин) (рис. 3).

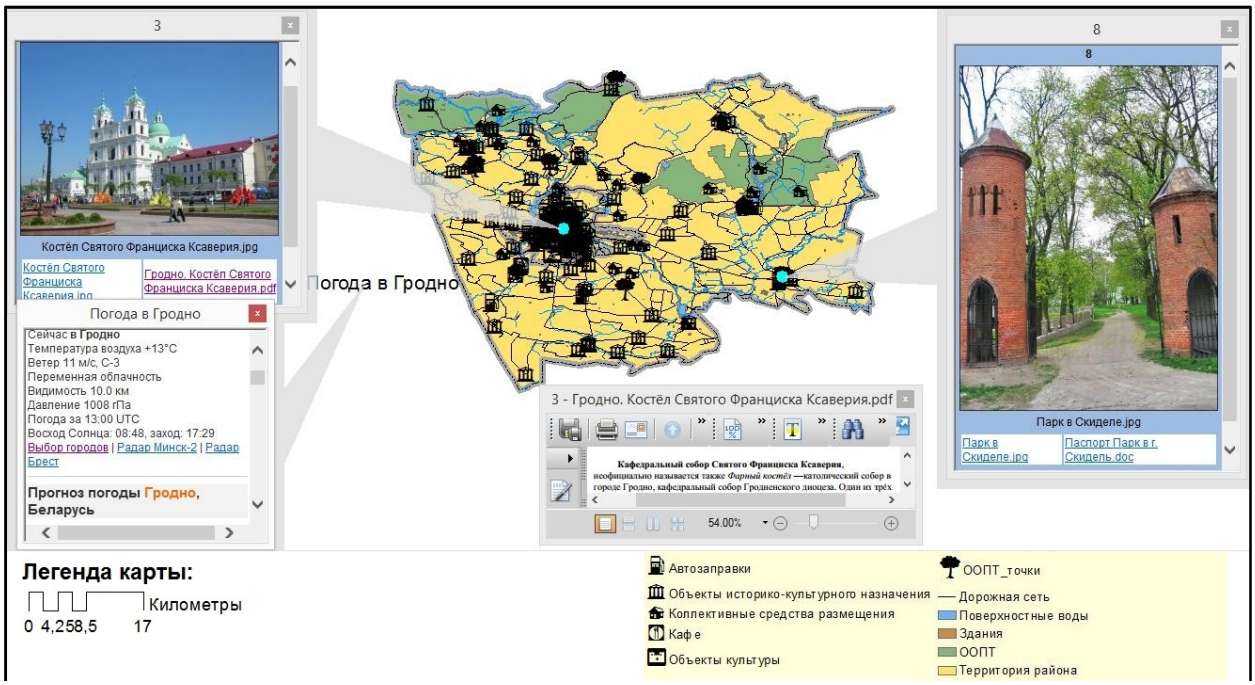


Рис. 2. Виды вложений на цифровой интерактивной карте

OBJECTID *	SHAPE *	название_дороги	SHAPE_Length	Length	maxspeed	Minutes
1009	Полилиния	Дорога	0,039457	13,00162	90	8,667749
117	Полилиния	Индурское шоссе	0,043717	3,984547	60	3,984547
75	Полилиния	Красноармейская улица	0,004156	0,377542	60	0,377542
801	Полилиния	Красноармейская улица	0,004717	0,455647	60	0,455647
802	Полилиния	Красноармейская улица	0,005426	0,508421	60	0,508421
803	Полилиния	Красноармейская улица	0,001459	0,137772	60	0,137772
74	Полилиния	Озерское шоссе	0,017047	1,128878	60	1,128878
792	Полилиния	Озерское шоссе	0,00842	0,560624	60	0,560624
793	Полилиния	Озерское шоссе	0,001678	0,111	60	0,111
794	Полилиния	Озерское шоссе	0,007457	0,515257	60	0,515257
796	Полилиния	Озерское шоссе	0,000316	0,021248	60	0,021248
124	Полилиния	переулок Победы	0,027083	2,164392	60	2,164392
488	Полилиния	проспект Кляцкова	0,020714	2,154986	60	2,154986
489	Полилиния	проспект Кляцкова	0,023883	1,736265	60	1,736265
774	Полилиния	проспект Кляцкова	0,018605	1,306163	60	1,306163
111	Полилиния	проспект Янки Купалы	0,024713	1,914691	60	1,914691
772	Полилиния	проспект Янки Купалы	0,006398	0,531123	60	0,531123

Рис. 3. Фрагмент атрибутивной таблицы слоя «Дороги»

Скорость передвижения для каждого участка задавалась вручную, исходя из ограничений максимальной скорости допустимой для данного типа дорог. После следовал расчет длины каждого сегмента слоя «Дороги» через инструмент «Рассчитать геометрию». Далее с помощью калькулятора поля был произведен расчет средней скорости прохождения сегмента в минутах по формуле:

$$[\text{minutes}] = \frac{[length]}{[maxspeed]} * 60 \qquad (1)$$

После подготовки слоя нами были составлены несколько туристических маршрутов на основе данных, использованных в проекте. В соответствии с классификацией нами были разработаны 6 маршрутов: религиозный, военно-исторический, пешеходный, экологический, научный и исторический. Один из примеров представлен на рисунке 4.

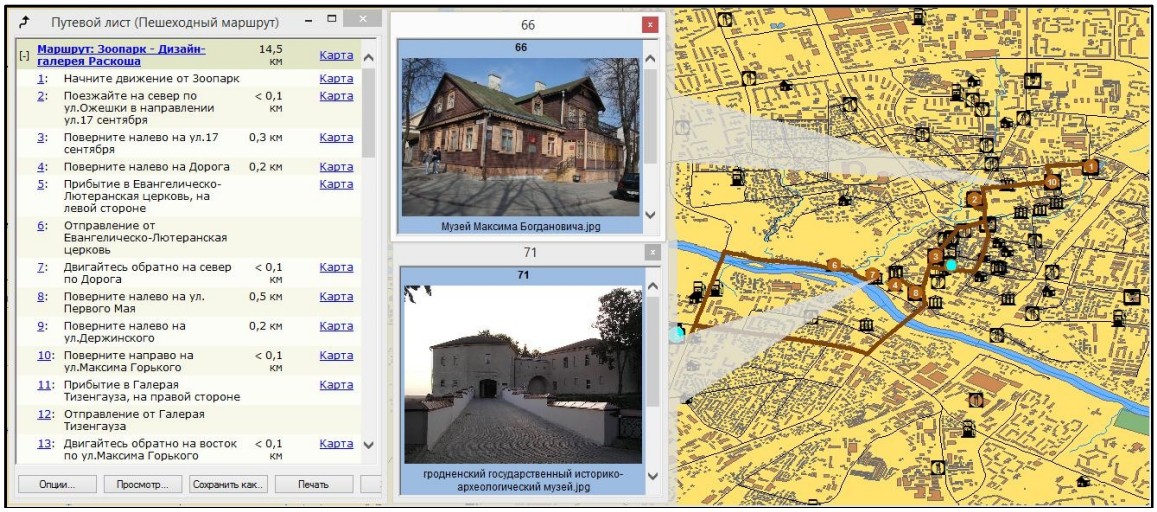


Рис. 4. Пешеходный маршрут по г. Гродно

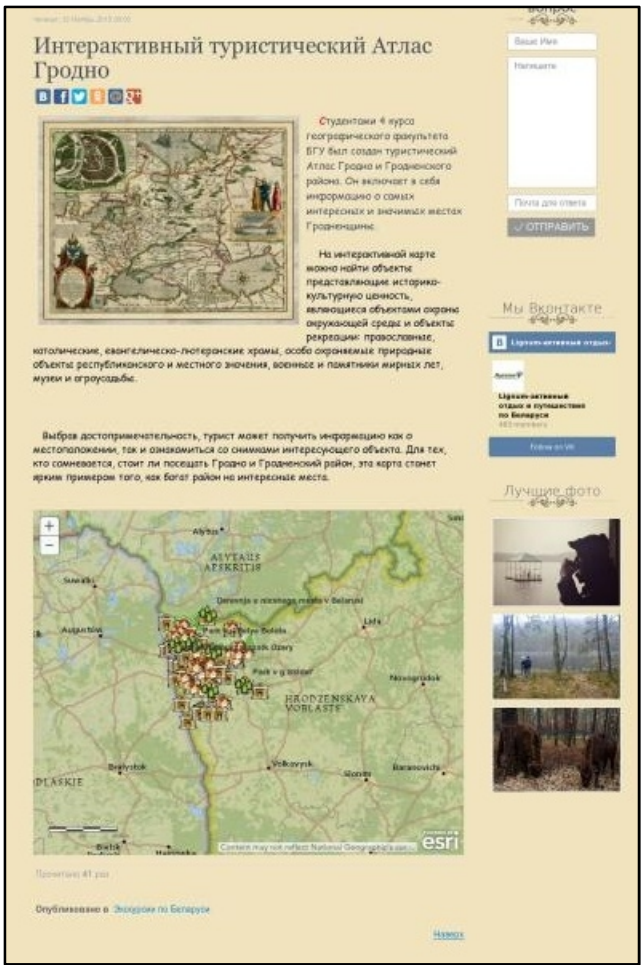


Рис. 5. Страница сайта с размещенной на ней интерактивной картой (http://lignum-eco.by/index.php/item//208-atlas-grodno)

На конечном этапе цифровой туристический атлас был размещен в сети Интернет следующим образом:

1. Размещение фотографии из базы данных на фотохостинге (www.vfl.ru). Далее в созданное для этого поле таблицы атрибутов слоев были вставлены ссылки на фотографии каждого объекта.

2. На сайт www.arcgis.com средствами ArcGIS Online были загружены готовые shape-файлы объектов. Затем была настроена символизация каждого слоя, и режим отображения. В итоге мы получили готовый HTML-код нашей карты.

3. Далее нами был получен доступ к администрированию сайта http://lignum-eco.by, на котором и была размещена готовая версия атласа (рис. 5).

На данном этапе, планируется увеличение рассматриваемой территории в проекте до размеров Гродненской области.

Таким образом, использование ГИС в туристической отрасли позволит перейти на новый уровень оказываемых услуг и в разы увеличить клиентскую базу, т.к. потенциально, любой пользователь интернет услуг может в режиме on-line воспользоваться атласом, причем одновременно в роли клиента и туристического агента.

Созданный интерактивный атлас легко трансформируется под запросы рынка, а официальный сайт с представленной программой и многочисленными отзывами туристов может стать своего рода «Красной книгой Мишлен» в туристическом бизнесе Беларуси.

ЛИТЕРАТУРА

1. Данные о дорогах в формате shape [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.openstreetmap.org.

2. Производственные отчеты Лесохозяйственного отдела ГЛХУ «Гродненский лесхоз».

3. Историко-культурные ценности Беларуси [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://by.holiday.by/skarb.

4. Реестр особо охраняемых природных объектов Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.ipps.by.

5. Booking.com. Забронируйте отель прямо сейчас [Электронный ресурс]. – Режим доступа:www.booking.com/index.ru.

6. Методический материал по созданию маршрута из существующих линий [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://resources.arcgis.com.

ГИС КАК ИНСТРУМЕНТ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО МЫШЛЕНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ШКОЛЬНОГО КУРСА ГЕОГРАФИИ

О.Ю. Воробьева, К.В. Пищако, Н.А. Шевцова
студенты кафедры географии и методики преподавания географии факультета естествознания Белорусского государственного педагогического университета им. Максима Танка

Н.С. Сологуб
старший преподаватель кафедры географии и методики преподавания географии факультета естествознания Белорусского государственного педагогического университета им. Максима Танка

Современную общеобразовательную и высшую школу характеризует активный переход к использованию новых информационных технологий. В учебном процессе реализуются программы информатизации, разрабатываются электронные учебники, развиваются дистанционные технологии получения образования, создаются базы цифровых образовательных ресурсов.

Все эти образовательные технологии обязательно применимы для проведения уроков географии в современных школах, однако особенностью географии является то, что большая часть информации, которая дается ученику

на уроках, представлена не только текстом, но и картографическим материалом и является пространственной. Такая информация приводится ученикам в виде карт – общегеографических и тематических. Очень часто ученикам приходится сравнивать нескольких тематических карт, и зачастую им сложно ориентироваться в них, особенно, если карты разного масштаба. Намного эффективнее работа с интерактивными картами, где каждая точка на карте несет в себе информацию. В подобных случаях для наиболее полного раскрытия темы, выявления разнообразных закономерностей и глубокого изучения материала на помощь учителю и ученикам приходят разнообразные геоинформационные системы.

Геоинформационная система (географическая информационная система, ГИС) – система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информации о необходимых объектах. Понятие геоинформационной системы также используется в более узком смысле – как инструмент (программный продукт), позволяющий пользователям искать, анализировать и редактировать как цифровую карту местности, так и дополнительную информацию об объектах.

ГИС полностью соответствует традиционным методам географического изучения окружающей среды и при этом даже расширяет возможность традиционной карты.

Существует ГИС, которые сравнительно просты в использовании и могут быть внедрены в школы для использования их на уроках географии. Рассмотрим некоторые из них.

Интересной для визуализации пространственных данных является ГИС Surfer. В этой ГИС есть возможность использовать в качестве базовой карты практически любое плоское изображение, полученное с помощью импорта файлов различных графических форматов, а также изображений с ряда онлайн-серверов.

При помощи ГИС Surfer можно оцифровать любое растровое изображение, используя так называемый дигитайзерный метод, который эффективен при небольших объемах картографической продукции.

Кроме того, в ГИС Surfer на основе имеющихся данных можно построить трехмерную модель местности. Использование трехмерных моделей в обучении способствует развитию пространственного мышления учащихся, позволяя показать информацию в трехмерном виде, что невозможно при работе с традиционными бумажными и оцифрованными картами. А при наложении на трехмерную модель тематических карт (оверлейный синтез) появляются дополнительные возможности анализа взаимосвязей между географическими объектами и явлениями.

Построение профилей – умение, развивающее пространственное мышление учащихся и способствующее пониманию распространения тех или иных закономерностей. При использовании бумажных вариантов карт построение профиля превращается в трудоемкий процесс, требующий большого количества времени. В ГИС Surfer построить профиль можно за несколько секунд и также быстро доработать его в соответствии с заданием.

Это освобождает учащегося от рутинной работы по вычислениям и геометрическим построениям, позволяя сразу переходить к поставленной задаче и сосредоточить внимание на пространственно-аналитической сущности результата.

ГИС Surfer можно использовать в школе с учащимися разных возрастов. Например, после изучения условных знаков со школьниками выполняется практическая работа по чтению топографической карты. После оцифровки топографической карты можно показать особенности рельефа, которые хорошо будут видны на 3 D модели (рис. 1). Так, ученикам будет проще объяснить, показать, запомнить значение изогипс. Ведь если такие условные знаки как дерево, мост и река на карте хорошо ассоциируются с реальными объектами, то изогипсы часто не воспринимаются как знак вообще.

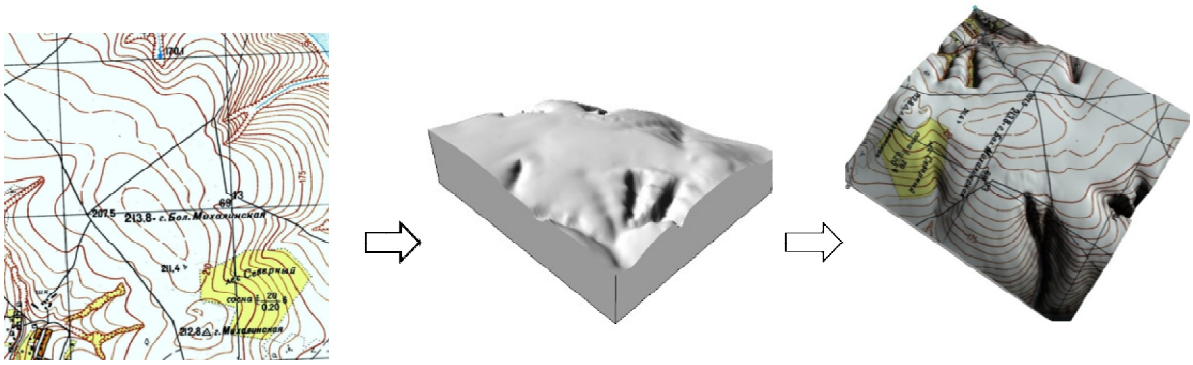


Рис. 1. Построение 3 D модели участка топографической карты

Школьная ГИС «Живая География» – это учебно-методический комплекс, включающий программную оболочку с инструментарием для работы с геопространственными данными, комплекты цифровых географических и историко-географических карт, набор космических снимков и методические рекомендации для учителя.

«Живая География» может использоваться как в демонстрационном режиме при изучении нового материала или повторении и обобщении пройденного, так и в режиме выполнения практических работ учащимися в компьютерном классе.

В 10-м классе на практической работе № 3 «Построение гипсометрического профиля» для эффективной и более быстрой работы класса можно использовать геоинформационный комплекс «Живая география» для функции построения профиля. С учетом быстро построенного профиля можно дать ученикам задания по анализу профиля, или анализу 2-х профилей построенным по территориям с разным рельефом. С учетом возможности получить любое изображение в качестве базовой карты для данной практической можно использовать карту не всей Беларуси, а ее части – области или района, в котором проживают ученики. Таким образом, будет реализован краеведческий подход.

Еще одна из самых простых и доступных онлайн ГИС – Google Earth.

Google Earth – программа – «виртуальный глобус» компании Google, с помощью которой можно просматривать трехмерную модель Земли, аэро- и

космоснимки высокого разрешения, а так же различные слои данных. Данная программа будет удобна для использования в школе на уроках изучения нового материала, повторения и, особенно, на практических работах.

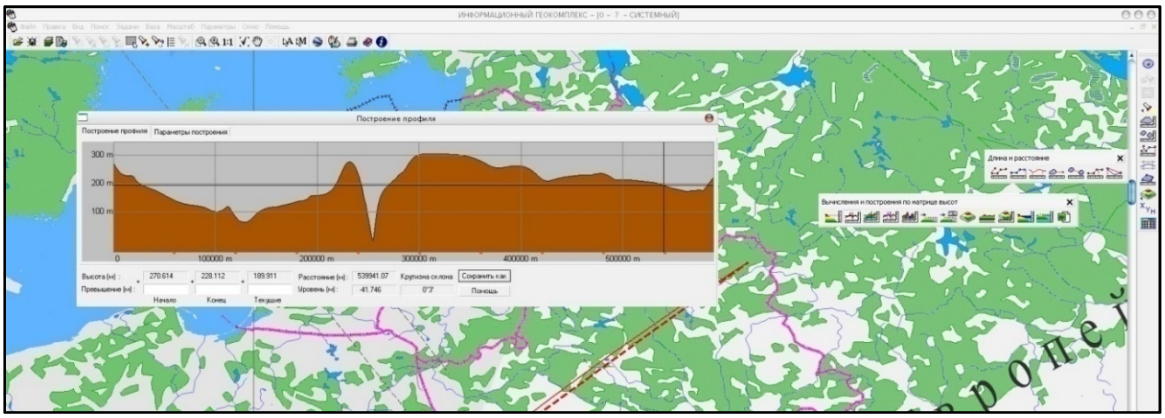


Рис. 2. Построение профиля по линии Витебск – Брест
с помощью ГИС «Живая география»

На практической работе №1 «Ориентирование на местности. Определение азимутов и направлений по заданным азимутам с помощью компаса» можно разделить класс на 2 группы и для каждой из них выделить исследователя-эксперта (например, ученика из старших классов или самых ответственных одноклассников) который по данным программы будет следить за правильностью выполнения заданий вместе с учителем.

С помощью Google Earth можно показать ученикам не только родную местность, но и участки, находящиеся за десятки километров от них. Виртуальные экскурсии понравятся ученикам любого возраста и применимы на многих темах. Особенно интересны такие экскурсии по территориям, которые школьники слабо себе представляют, например, океаны. В 8-м классе океаны изучаются отдельной темой, и по одним только картам детям сложно представить масштабы водной акватории, глубину океана, составные части дна. С использованием Google Earth ученикам можно рассказать и показать не только красоту природы, но и приобщить к культуре. Так, например, в 7-м классе, изучая тему «Размещение и расселение населения», можно показать примеры различных типов поселений, увидеть различные схемы размещения домов в городах, определить по каким факторам на данной территории размещен населенный пункт, в чем особенности его планировки (рис. 3–5).

ГИС-технологии обеспечивают возможность постоянного обновления статистических материалов и цифровых карт силами самих школьников под руководством учителя, в отличие от традиционных «бумажных» карт. Таким образом, у современного учителя появляется возможность обучать географии, используя самые последние актуальные географические данные о природе, населении и хозяйстве, и их взаимосвязях, рассматриваемых на разных уровнях организации географического пространства.

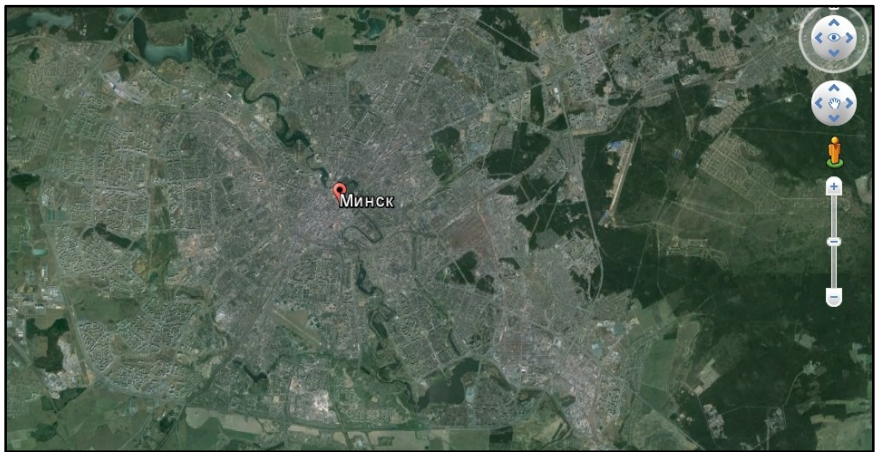


Рис. 3. Радиально-кольцевая структура застройки г. Минска

Рис. 4. Пример линейной планировки городов (Волгоград)

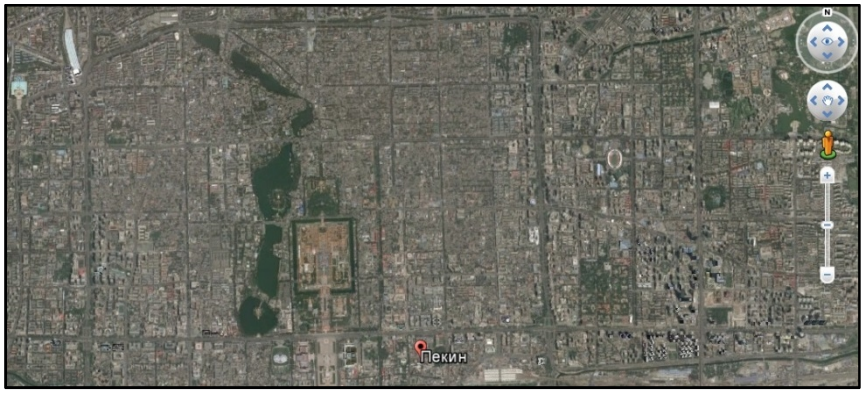


Рис. 5. Шахматная застройка городов на примере Пекина

Итак, технологии ГИС значительно усиливают деятельностный аспект обучения, помогают в формировании пространственного мышления. Учащиеся самостоятельно добывают «новые знания», одновременно усваивая новые приемы работы, транслирующие особенности современных научных методов географического познания. Они получают начальную подготовку и опыт практической деятельности с использованием современных технологий.

СОЗДАНИЕ ГЕОПОРТАЛА «ПАМЯТЬ» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ GPS И СЕРВИСА ARCGIS ONLINE

О.С. Лубочко, П.С. Долгий
студенты 4-го курса кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

П.Ф. Парадня
старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

В настоящее время широко развиваются геопорталы (геосервисы, серверные ГИС, Web-ГИС). Они обладают такими преимуществами перед настольными ГИС как быстрый доступ к данным, независимость от платформы, возможность работы с большим объемом информации, простота инструментария, большое число пользователей, мощные средства защиты информации и многие другие. Ожидается, что в недалеком будущем геопорталы практически полностью вытеснят настольные ГИС.

Наиболее популярными геосервисами Рунета являются Google Maps, OpenStreetMap, Panoramio, Wikimapia, Panoramio, Якдекс.Карты. Каждая из них имеет свои плюсы и минусы, инструменты редактирования и анализа.

Нами произведена регистрация на пробной 60-ти дневной версии геопортала ArcGIS Online, которая затем, при успешном развитии проекта, может быть продлена. Этот сервис позволяет загружать созданные пользователем пространственные данные и размещать их в общем доступе. Сервис дублирует многие функции ArcGIS Desktop, имеет мощные инструменты для анализа. Рассмотрим подробнее плюсы и минусы геопортала ArcGIS Online (мнение авторов):

Плюсы:

· возможность загрузки любых данных, представленных любыми способами картографического отображения, отсутствие предопределенных категорий объектов;

· наличие практически всех базовых инструментов, характерных для настольных ГИС, а следовательно – привычный и простой пользовательский интерфейс;

· наличие большого количества инструментов для анализа;

· возможность опубликования карты в общем доступе посредством URL-ссылки, либо в качестве HTML-кода для собственной Web-страницы.

Минусы:

· использование геопортала длительный срок платно;

· возможность загрузить только шейп-файл, который содержит менее 1000 пространственных объектов;

· отсутствие поддержки кириллической кодировки текста.

Цель данной работы – создание геопортала «Память» на базе ArcGIS Online, на котором будут храниться сведения о памятниках Великой Отечественной войны (братских могилах, памятниках, мемориалах, курганах и т.п.) на территории Полоцкого района, нанесенных на карту при помощи навигационного оборудования.

Нами был использован GPS-приемник G-sat BT-386, который имеет чипсет SiRFstarIII, 20 каналов, время горячего старта 1 с, теплого старта – 38 с, холодного старта – 42 с, частоту обновления данных 0,1 с, емкость батареи 700 mAh, массу 30 г, интерфейс взаимодействия с компьютером – Bluetooth (рис. 1).

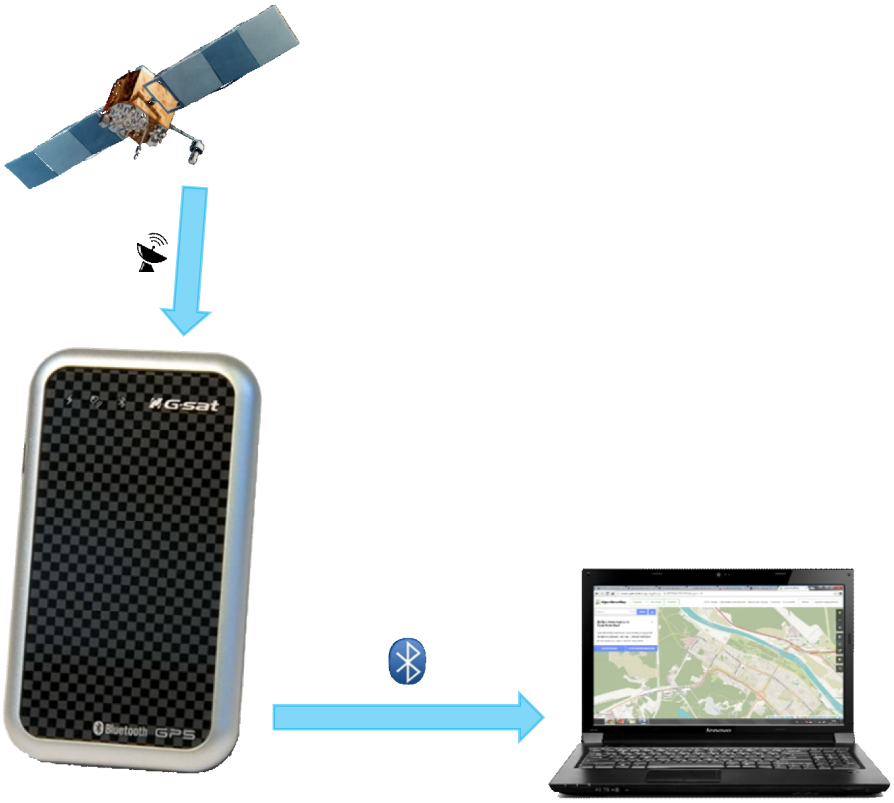


Рис. 1. Схема обмена данными между GPS-приемником и компьютером.

В работе использовались данные геопортала OpenStreetMap, которые находятся в свободном доступе и открыты для загрузки. Данные обрабатывались в программной среде ArcGIS 10.2, а затем были загружены на сервис ArcGIS Online.

При помощи GPS приемника, а также модуля ArcGIS для работы с GPS были нанесены необходимые объекты, а также был записан маршрут от автовокзала в Полоцке до братской могилы в городском поселке Ветрино. Подготовлены данные для нанесения маршрутов к другим памятным местам.

В атрибутивной таблице объектов было создано поле с URL-ссылками на фотографии объекта в сети Интернет. В ArcGIS Online для объектов настроено всплывающее окно, которое показывает название объекта и его фотографию (рис. 2).

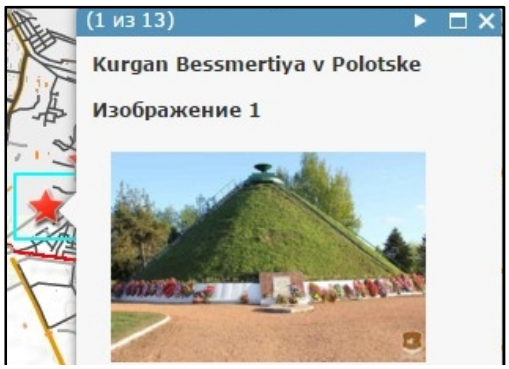


Рис. 2. Всплывающее окно в ArcGIS Online

Выполненная работа посвящается 70-летию Победы в Великой Отечественной войне (рис. 3).

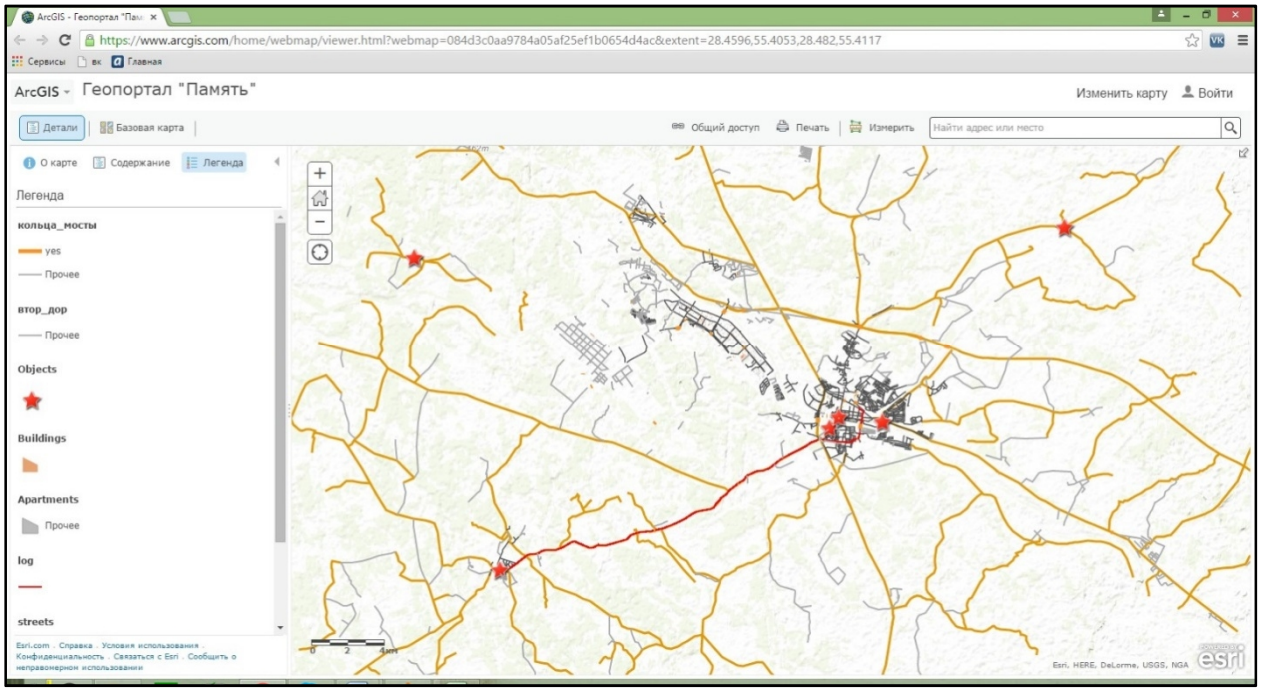


Рис. 3. Геопортал «Память» в ArcGIS Online

Все наработки были переданы нескольким школам г. Новополоцка, городскому музею и музею при университете для дальнейшего использования на уроках истории, для развития исторических клубов и для пропаганды патриотического воспитания детей школьного возраста и студентов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Збор помнікаў гісторыі і культуры Беларусі. Віцебская вобласць / АН БССР, Ін-т мовазнаўства, этнаграфіі і фальклору; Рэд. кал.: С.В. Марцэлеў (гал. рэд.) і інш. – Мн.: Беларуская Савецкая Энцыклапедыя, 1985. – 496 с.

2. Помните нас // Помните нас [электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.pomnite-nas.ru.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАННЫХ НАЗЕМНОЙ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЦИФРОВЫХ И ТРЕХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ МЕСТНОСТИ И РЕЛЬЕФА (НА ПРИМЕРЕ ФИЛИАЛА БГУ В ГОРОДЕ МИНСКЕ)

А.Н. Пожаренко
студент 3-го курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Д.М. Курлович
к.г.н., доцент, доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Создание трехмерных моделей городов в последнее время становится все более популярным занятием многих ГИС-специалистов. Все больше разговоров ведется о трехмерных геоинформационных системах. Задачи, которые будут решать такие системы, все еще до конца непонятны, однако трехмерные модели городов создаются уже на протяжении многих лет. Сервисы Google и Microsoft, двух крупнейших провайдеров географической информации, постепенно наполняются трехмерными моделями городов.

Основными методами создания трехмерных моделей городов являются:

· ручное создание моделей в программах трехмерного моделирования;
· полностью автоматическая генерация 3D моделей;
· полуавтоматическое создание 3D моделей.

Сегодня мы становимся свидетелями появления коммерческих реализаций и укрепления позиций полностью автоматизированных методов генерации трехмерных моделей. Очевидно, что за этими методами большое будущее. Однако для этого необходимо провести аэросъемку и воздушное лазерное сканирование. Такой возможности у нас нет, и поэтому в рамках проекта проводится ручная съемка и ручное создание трехмерной модели местности.

Для создания трехмерной модели местности было принято решение начать работу с создания цифровых моделей рельефа и местности, а уже на следующем этапе приступить к реализации основной задачи проекта.

Разработка проекта филиала БГУ проводилась в три этапа:

· подготовительный (обзор интернет-источников, картографических данных и данных дистанционного зондирования Земли);

· полевой (проведение наземной полевой съемки кинематическим методом в режиме «Stop-and-go», фотографическая съемка местности);

· камеральный (обработка материалов полевых измерений, формирование карты-основы в ArcGIS, создание веб-карты на сайте ArcGIS.com).

На первом этапе собраны все доступные сведения об объекте исследований и данные Интернет-ресурсов, с целью определения объема работ,

определения границ исследуемой области и проставления задач, требующих решения в ходе проведения полевых и камеральных работ.

В полевых условиях была проведена инструментальная наземная съемка территории филиала БГУ с помощью системы South S-750 (2 GPS приемника, 2 антенны, 2 штатива, 2 трегера с оптическими центрирами, веха, рулетка) [1–2].

Съемка выполнялась в два этапа. Изначально методом быстростатистической съемки (продолжительность наблюдения – 15–20 минут), посредством приложения HandCtr была осуществлена инициализация (рис. 1).

После этого проводился этап кинематической съемки в режиме «Stop-and-go». Для этого второй приемник снимался со штатива и перемещался на веху, где его настройка и управление осуществлялось приложением HandStar. Веха фиксировалась над измеряемым объектом местности, и с помощью клавиши в левой торцевой части прибора начинался процесс записи данных.

Рис. 1. Пример установки GPS-системы на одном из концов базисной линии

Одновременно были сделаны фотографии основных экспозиций и наиболее примечательных объектов филиала БГУ, а также проведена съемка зданий и других сооружений на исследуемой территории, с целью дальнейшей обработки и создания 3D- модели местности.

На камеральном этапе выполнялась постобработка файлов съемки в программе QuickPosition Track (рис. 2).

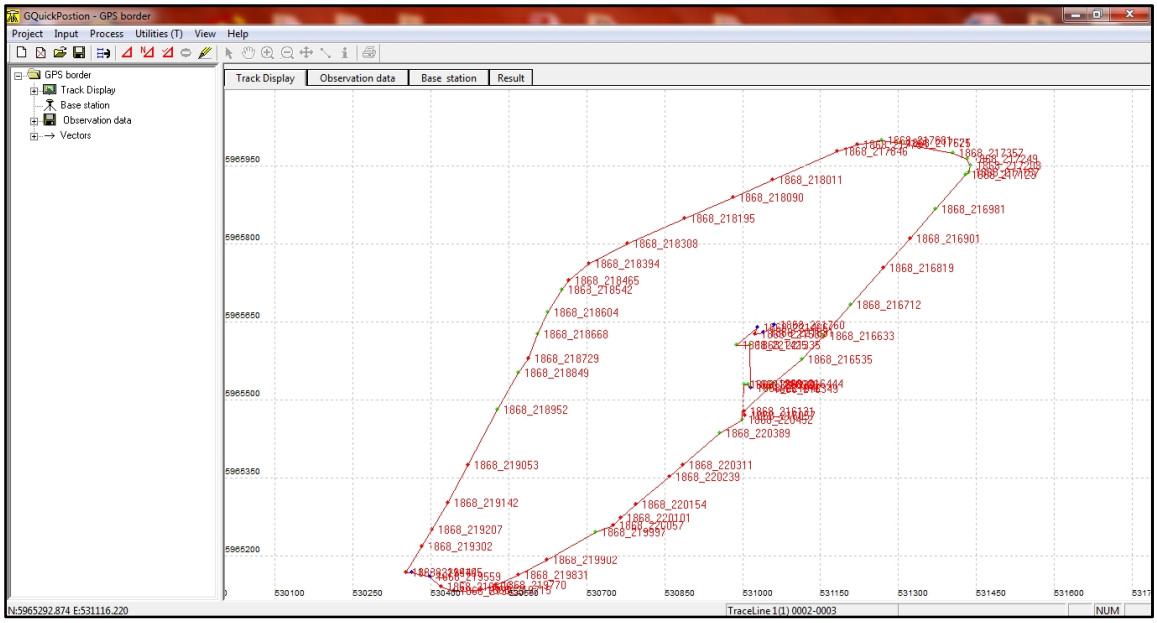


Рис. 2. Обработка GPS-измерений в программе QuickPositionTrack

Обработанные данные экспортировались посредством текстового файла в Microsoft Office Excel, а затем – в ГИС ArcGIS. Здесь на основе данных GPS-съемки, а также посредством визуального дешифрирования космоснимков, полученных при помощи программы SASPlanet, была создана цифровая модель местности (рис. 3–4).

Рис. 3. Космоснимок территории филиала БГУ

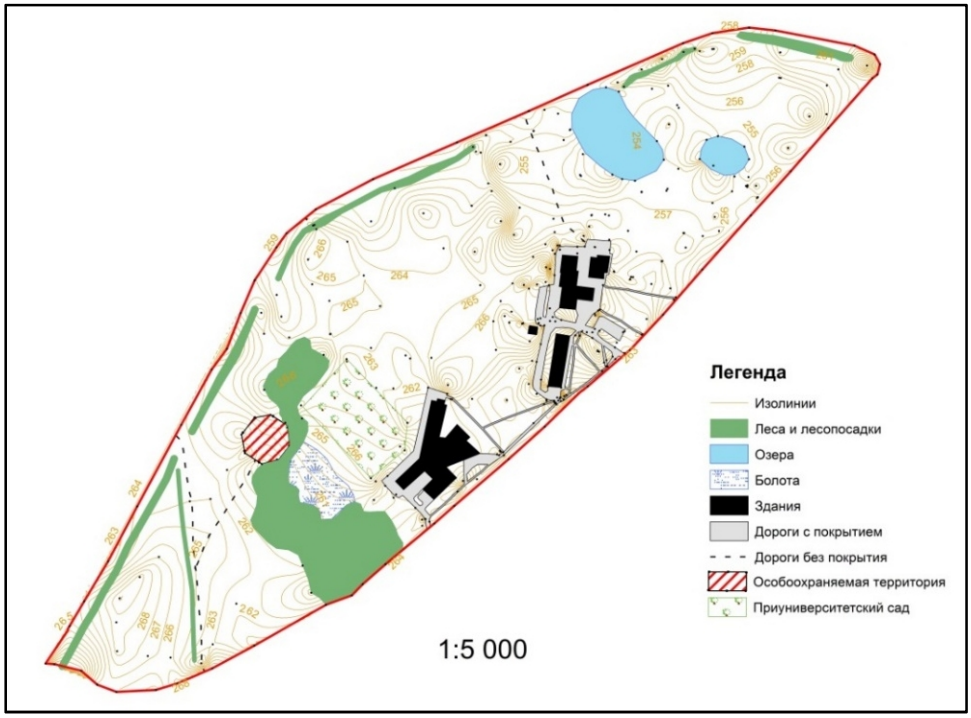


Рис. 4. Цифровая модель местности территории филиала БГУ

Так как при GPS-съемке были получены не только координаты точек, но и их высоты, то при помощи модуля Spatial Analyst методом Естественная окрестность и Изолинии была построена цифровая модель рельефа (рис. 5).

На следующем этапе создана трехмерная модель местности и рельефа в приложении ArcScene (рис. 6).

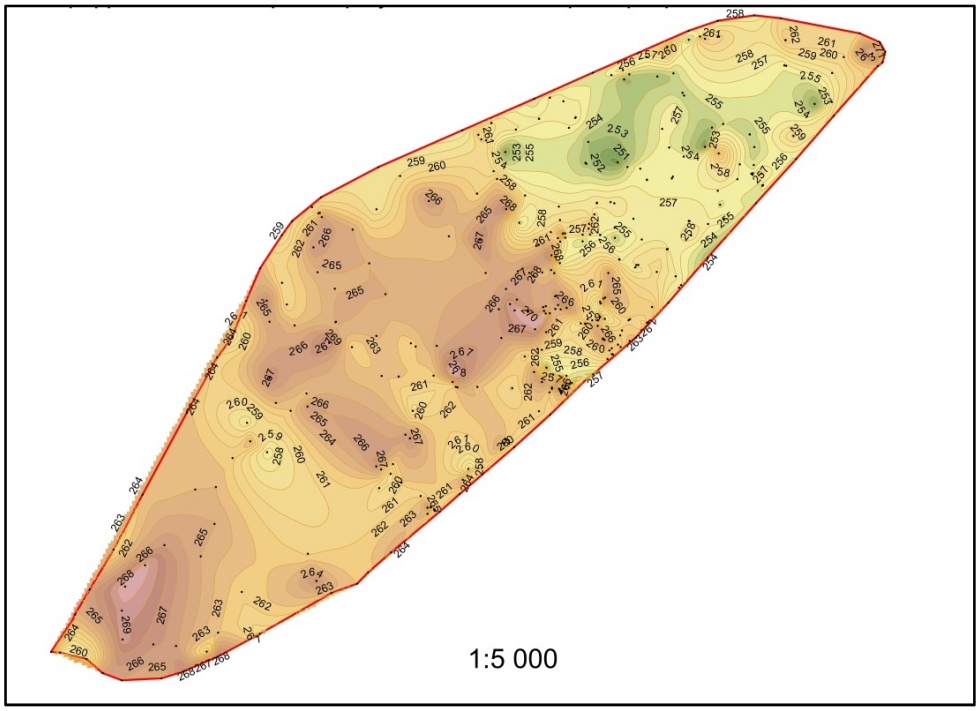


Рис. 5. Цифровая модель рельефа территории филиала БГУ

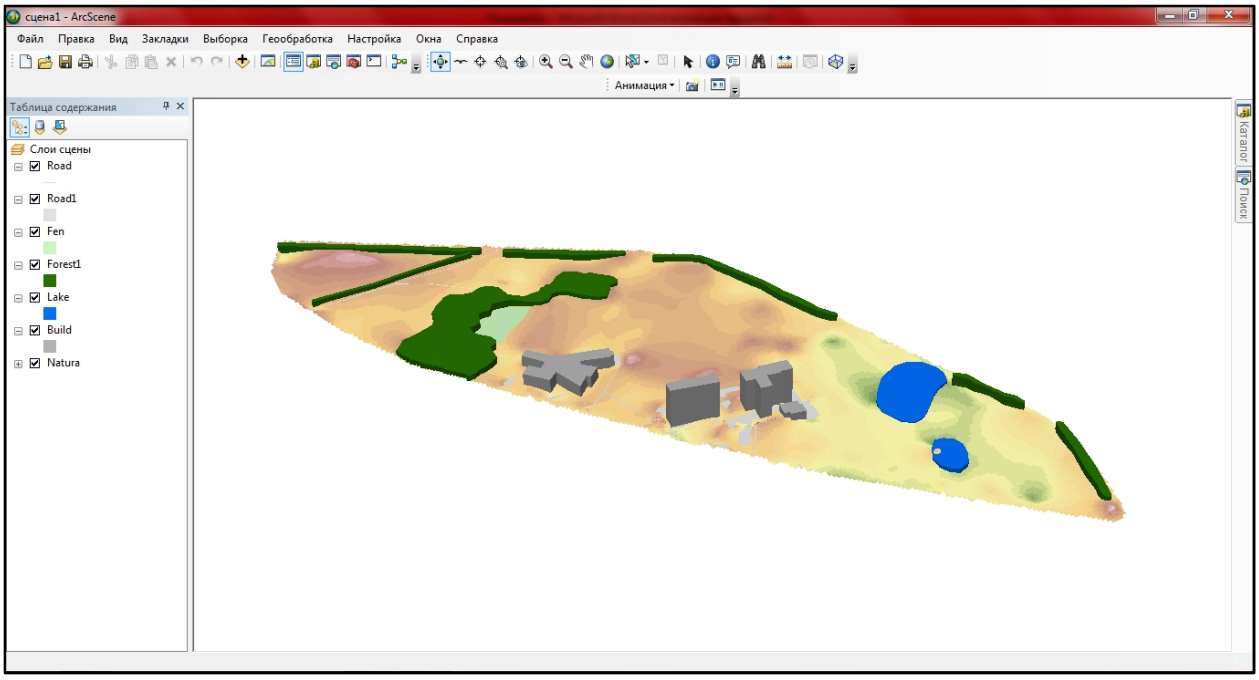


Рис. 6. Трехмерная модель местности и рельефа

Результатом исследований явилась веб-карта территории филиала БГУ, которая выложена на интернет-источнике ArcGIS.com и доступна любому пользователю.

Работы над этим проектом еще не окончены. В данный момент активно выдуться работы по съемке угловых точек зданий с помощью тахеометра, а также создается трехмерная модель местности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Курлович, Д.М. Учебная землеустроительная практика: учеб.-метод. пособие / Д.М. Курлович, Н.В. Ковальчик. – Минск: БГУ, 2014.

2. South S750. Высокоточная ручная GPS-система для геодезии и сбора ГИС-данных. Харьков, 2010.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА БАССЕЙНА РЕКИ ПТИЧЬ

Е.В. Москаленко
студентка магистратуры кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

С.М. Токарчук
к.г.н., доцент, доцент кафедры географии и природопользования
географического факультета Брестского государственного
университета имени А.С. Пушкина

Создание информационных аналитических систем (ИАС) является очень эффективными наглядным методом представления пространственной и геоэкологической информации. Под геоэкологической информационно-аналитической системой (ГИАС) понимается комплекс аппаратных, программных средств, информационных ресурсов, методик, которые используются для обеспечения автоматизации аналитических работ, а также для обоснования принятия управленческих решений в сфере рационального природопользования и охраны окружающей среды.

Для выполнения подобных задач чаще всего применяются ГИС-технологии, однако необходима адаптация исходной ГИС в геоэкологическую информационно-аналитическую систему, которая будет удобна в использовании (с наличием множества рубрик, возможности группировки, быстрого поиска, необходимой справочной информации). Электронные информационные аналитические системы могут быть самыми разнообразными (справочными, поисковыми, комплексными и др.).

Цель создания «Геоэкологической информационно-аналитической системы бассейна реки Птичь» (далее ГИАС) – объединить в единую электронную аналитическую систему результаты научной работы

«Геоэкологическая оценка бассейна реки Птичь с использованием ГИС-технологий», на примере которой разработать и апробировать методику создания информационных аналитических систем для природных объектов (бассейна средней реки Беларуси).

Задачами ГИАС являются:

· описание методические особенности проектирования электронных ИАС;

· разработка структуры и создание электронной геоэкологической информационно-аналитической системы бассейна реки Птичь;

· реализация возможности информационного обеспечения органов управления, а также населения, объективной, современной и качественно обработанной информацией об основных особенностях территорий, расположенных в пределах бассейна реки Птичь.

Геоэкологическая ИАС бассейна основывается на общем отображении природных условий и особенностей хозяйственного освоения территории, а также представлении результатов выполненной геоэкологической оценки бассейна реки Птичь в разрезе малых водосборов.

Согласно разработанной базовой модели содержания геоэкологическая ИАС содержит 4 структурных блока, отличающихся друг от друга типом представленного материала:

· I блок – титульная страница (рис. 1), включающая общие сведения о разработке (пояснительная записка), источниках, концепцию содержания ГИАС (карту сайта);

· II блок – собственно информационно-аналитическая система, которая включает картографический материал и сопровождающую его пояснительную информацию (текст, фотографии, диаграммы, таблицы и др.);

· III блок – дополнительный материал (словарь основных терминов, список используемой литературы, публикации автора, контактная информация и др.).

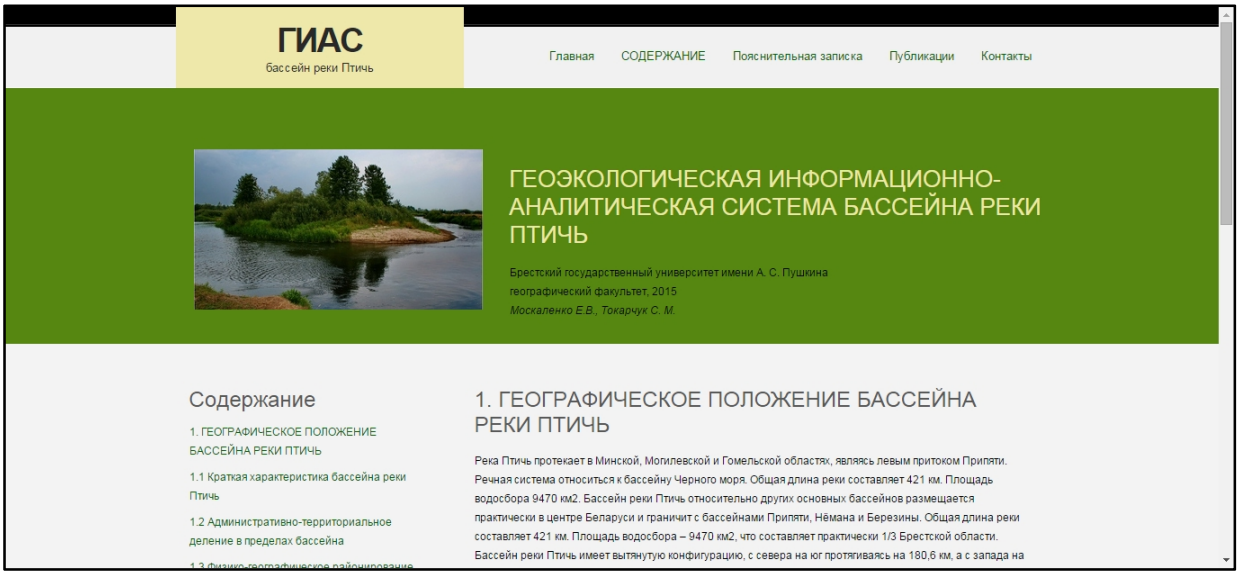


Рис. 1. Титульная страница
«Геоэкологической информационно-аналитической системы бассейна реки Птичь»

Основная часть информационно-аналитической системы (II блок) имеет сложное тематическое содержание и включает четыре крупных раздела, каждый из которых в свою очередь делится по подразделы и более мелкие структурные единицы.

Раздел «Географическое положение бассейна реки Птичь» включает три подраздела: «Краткая характеристика бассейна реки Птичь», «Административно-территориальное деление бассейна реки Птичь», а также «Физико-географическое районирование в пределах бассейна».

Первый подраздел включает краткое описание географического положения бассейна реки Птичь, его конфигурации, длины, истока, устья и других параметров в виде справочной информации. Приводится обзорная топографическая карта бассейна реки Птичь, где подробно показана гидросеть (с выделением притоков разных порядков), транспортная сеть, лесистость, населенные пункты, границы бассейна.

Второй подраздел содержит карту «Административно-территориального деления в пределах бассейна реки Птичь», краткое текстовое описание результатов ГИС-анализа размещения бассейна реки Птичь относительно областей и районов Беларуси, а также диаграммы соотношения площадей областей на территории бассейна (рис. 2).

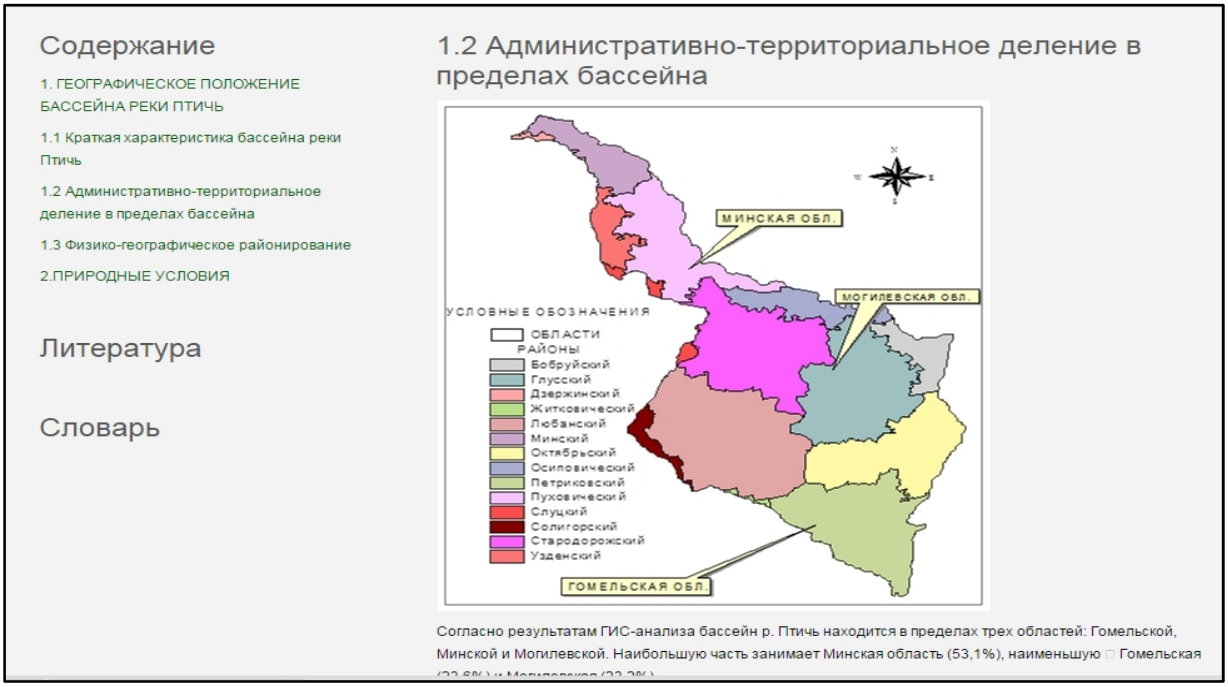


Рис. 2. Фрагмент второго подраздела – картосхема «Административно-территориальное деление в пределах бассейна реки Птичь»

Третий подраздел описывает основные особенности положения бассейна относительно единиц физико-географического районирования. В ГИАС представлена картосхема, таблица и круговая диаграмма соотношения площадей физико-географических провинций, округов и районов в границах бассейна реки Птичь (рис. 3).

Раздел «Природные условия территории бассейна реки Птичь» создавался на основе картографических и литературных сведений. Данный раздел ГИАС является очень объемным и сложно структурированным. Он состоит из семи основных подразделов. В целом, в разделе представлены тематические карты, оцифрованные и проанализированные на основе карт Национального атласа Республики Беларусь и настенных карт Беларуси (рис. 4).

В некоторых подразделах на основе ГИС-анализа данных оцифрованных электронных карт, строились диаграммы и графики, а также были составлены расчетные таблицы. Например, были рассчитаны: длина главных притоков, каналов, площади водосборов и другие гидрологические характеристики в пределах территории бассейна реки Птичь (рис. 5)

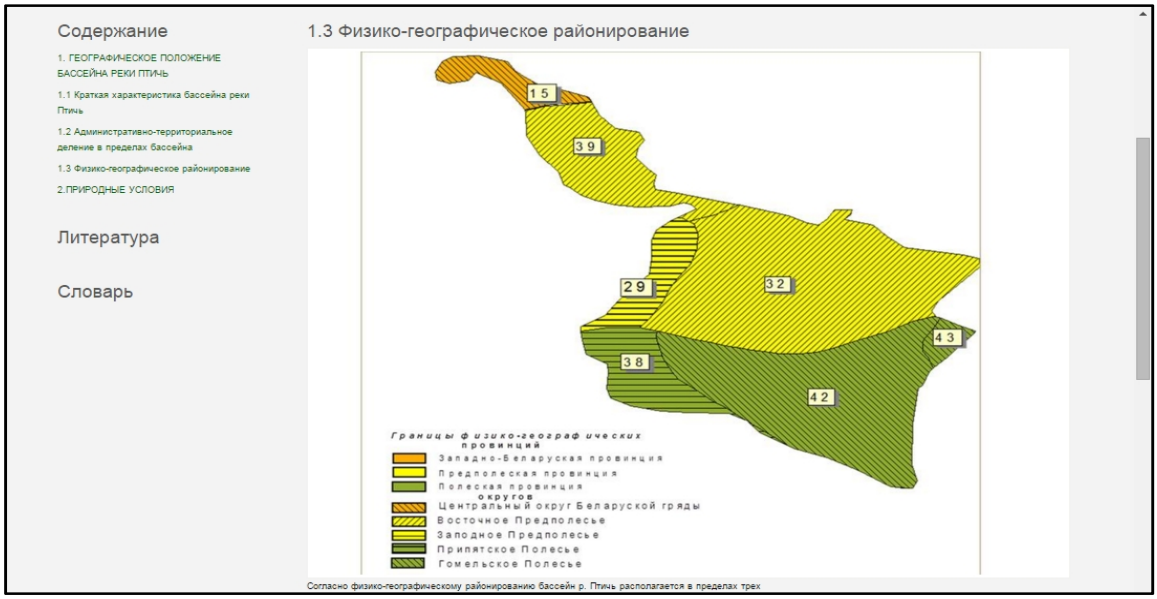


Рис. 3. Фрагмент третьего подраздела – картосхема
«Физико-географическое районирование в пределах бассейна реки Птичь»

Рис. 4. Картосхема «Полезные ископаемые бассейна реки Птичь»

Третий раздел «Особенности хозяйственного освоения бассейна реки Птичь» состоит из трех частей, описывающих три типа освоенности: селитебную, промышленную, а также сельскохозяйственную.

Первая часть «Селитебная освоенность» бассейна реки Птичь является наиболее трудоемкой, так как включает сложную картосхему, построенную на основе обширной статистической информации о людности всех населенных пунктов, размещенных в пределах бассейна реки Птичь (рис. 6). Также был проведен их анализ и построены столбчатые диаграммы.

Содержание

1. ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ БАССЕЙНА РЕКИ ПТИЧЬ

1.1 Краткая характеристика бассейна реки Птичь

1.2 Административно-территориальное деление в пределах бассейна

1.3 Физико-географическое районирование

2.ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ

Литература

Словарь

2.6 Гидрологическая характеристика

№	Название	Порядок	Правый/ левый	Длина,км	№ водосбора	Площадь водосбора, км²
1	Бабенка	4	п	14,04	19	7,679
2	Бежица	4	л	10,23	99	23,8
3	Березовка	1	п	8,2	101	9,7
4	Брожка	1	л	37,83	82	4,53
5	Гребенка	4	л	18,13	14, 24	6,72
6	Даколька	4	п	26,96	99	21,47
7	Зарудеча	4	п	14,93	98	9,38
8	канава Боровицкая	3	п	14,05	109	6,95
9	канава Серебринская	3	л	12,97	86	44,29
10	канава Цартова	3	п	12,77	133	6,89
11	Ковалевка	4	п	16,49	33, 54	15,38
12	Красная	4	л	15,07	75, 143	16,05
13	Немегля	4	п	20,97	70	7,01
14	Нератовка	4	л	31,46	86	44,29
15	Ольховка	4	п	11,13	88	3,62
16	Ореса	4	п	109,91	113-160	202,16
17	Орыжня	4	п	11,03	74	4,62
18	Осиповка	4	п	9,38	44, 55	9,6

Рис. 5. Фрагмент расчетной таблицы подраздела «Гидрологическая характеристика»

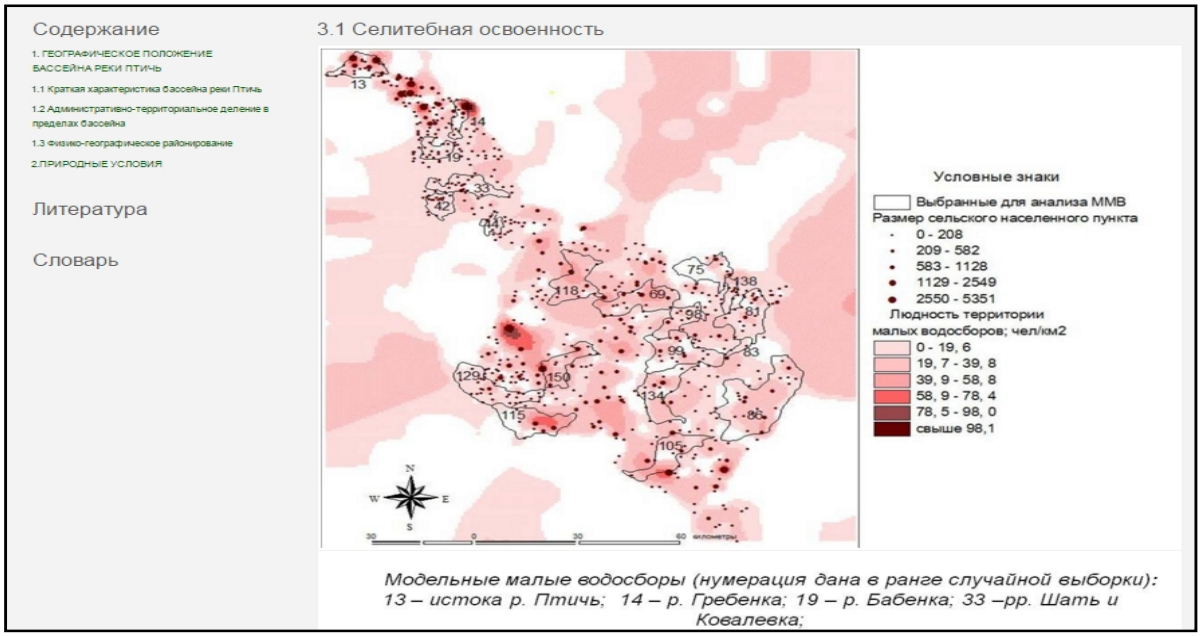


Рис. 6. Фрагмент картосхемы подраздела
«Селитебная освоенность бассейна реки Птичь»

Подразделы «Промышленная и сельскохозяйственная освоенность» включают описание размещения предприятий, виды выпускаемой продукции по отраслям (справочные таблицы), проведен анализ их возможного воздействия на территорию бассейна реки Птичь. Выявлены основные

источники загрязнений, ареалы распространения промышленных и сельскохозяйственных отходов (картосхемы).

Четвертый раздел ГИАС «Геоэкологическая оценка современного состояния малых водосборов бассейна реки Птичь» создан на основе разработанной и реализованной в предыдущих исследованиях геоэкологической ГИС бассейна реки Птичь. В этом разделе представлено четыре части: методика проведения оценки, оценка экологической устойчивости малых водосборов бассейна, оценка экологической опасности, комплексная геоэкологическая оценка. В данной части представлены авторские оценочные и аналитические картосхемы, которые дополняются иллюстративно-табличным материалом (рис. 7).

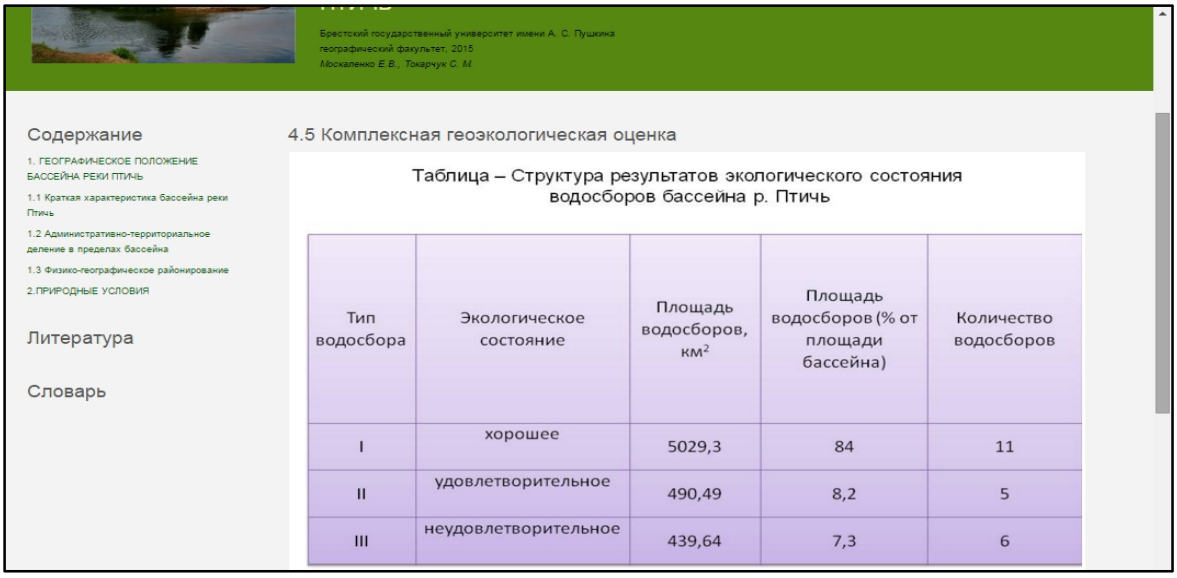


Таблица – Структура результатов экологического состояния водосборов бассейна р. Птичь

Тип водосбора	Экологическое состояние	Площадь водосборов, км^2	Площадь водосборов (% от площади бассейна)	Количество водосборов
I	хорошее	5029,3	84	11
II	удовлетворительное	490,49	8,2	5
III	неудовлетворительное	439,64	7,3	6

Рис. 7. Фрагмент итоговой таблицы раздела «Комплексная геоэкологическая оценка»

ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ И СТРУКТУРА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ГЕОПОРТАЛА РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Н.Г. Литвинко, Е.В. Стрельчень
аспиранты кафедры почвоведения и земельных
информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

В.А. Генин, Е.М. Грудинская
студенты магистратуры кафедры почвоведения и земельных
информационных систем географического факультета
Белорусского государственного университета

В. С. Карпушенко
специалист отдела тестирования ООО «EPAM»

А. А. Топаз
к.г.н., доцент, доцент кафедры геодезии и картографии географического
факультета Белорусского государственного университета

Целью данного проекта является создание Образовательного геопортала Республики Беларусь, который будет предоставлять открытый доступ к различным видам пространственной информации через сервисы OGS и веб-интерфейс. На данный момент на территории Республики Беларусь созданы и действуют 2 крупных геопортала на базе предприятий системы Государственного комитета по имуществу Республики Беларусь и относятся к земельно-кадастровым информационным система (ИС).

Геопортал земельных ИС (ЗИС) – это электронный географический web-ресурс, размещенный в локальной сети или в сети Интернет, который позволяет пользователям получить удаленный доступ к пространственным и атрибутивным данным ЗИС на всю территорию Республики Беларусь, с возможностями редактирования и анализа этих данных, с инструментами просмотра, поиска геопространственной информации, ее визуализации, загрузки, распространения и поиска геосервисов. Владельцем данной ИС является Республиканское унитарное предприятие «Проектный институт Белгипрозем». Распространение данных, хранящихся на гепортале ЗИС, является невозможным без согласия владельца системы. Вход осуществляется только на основе логина и пароля, выданных при заключении договора оказания услуг, т.е. ресурс является коммерческим.

Публичная кадастровая карта, содержащая информацию из реестров и регистров Государственного земельного кадастра, запущена в некоммерческую эксплуатацию на тестирование в сети Интернет. Доступ к сайту возможен для любого пользователя после подтверждения согласия с лицензионным соглашением владельца ИС (государственное унитарное предприятие «Национальное кадастровое агентство»). Данная кадастровая карта содержит следующую информацию: капитальные строения г. Минска, границы

оценочных зон, кадастровая стоимость земель, земельные участки, адресные точки, уличная сеть, границы населенных пунктов, официально-зарегистрированные границы Реестра АТЕ и ТЕ, геоинформация (железные дороги, реки, озера, растительность, автомобильные дороги). Пространственная информация не доступна к скачиванию, так как некоторые слои могут использоваться только для служебного пользования или на основании заключения договора предоставления услуг.

В настоящее время в Беларуси не существует открытого образовательного картографического онлайн-сервиса, поэтому создаваемый геопортал в перспективе может стать крупной образовательной и научной платформой для ученых, специалистов в области естественных наук. Методика создания данного ресурса включала следующие пункты:

· разработка, заполнение и поддержка базы данных Postgre SQL и расширением PostGIS и систематизация полученной информации;

· разработка map-файла (файла команд, позволяющих настраивать список доступных на сервисе слоев, а также их визуальное оформление);

· реализация поддержки запросов и анализа данных;

· создание рабочей версии геосервера с возможностью подключения к имеющейся базе данных;

· реализация поддержки стандартов передачи данных международной некоммерческой организации OGS. Разработка интерфейса и элементов оформления геопортала;

· доработка окончательной версии и запуск геопортала.

Основным результатом проекта стал созданный геопортал, имеющий домен четвертого уровня в сети Интернет – maps.geo.bsu.by с интуитивно понятным веб-интерфейсом и оптимизированными механизмами обработки данных. Геопортал реализован в виде веб-приложения на программной платформе Node.js. Исходный код хранится в репозитории системы контроля версий GitHub – крупнейший веб-сервис для хостинга IT-проектов и их совместной разработки. Во время разработки проекта веб-приложение было размещено на бесплатном хостинге Heroku. Далее весь массив геопространственных данных будет опубликован на сервере РУП «БелПСХАГИ» и веб-ресурс будет доступен под доменным именем http://maps.geo.bsu.by. Для обработки картографической информации используется Leaflet – библиотека с открытым исходным кодом, написанная на JavaScript, предназначенная для отображения карт на веб-сайтах. Leaflet позволяет разработчику легко отображать растровые тайловые карты с дополнительными слоями, накладываемыми поверх основного. Слои могут быть интерактивными, например, отображать подсказку при клике по маркеру.

Наполняющие ресурс геопространственные данные представлены: оцифрованными тематическими картами из «Национального атласа Республики Беларусь» издания 2002 года (растры официально предоставлены РУП «Белкартография»; региональными авторскими тематическими картами, предоставленными преподавателями и студентами ВУЗов (в частности, БГУ и

БрГУ им. Пушкина), а также научными сотрудниками (Институт природопользования НАН «Беларуси»); мозаикой спутниковых данных Landsat 5 и моделью рельефа SRTM на территорию Республики Беларусь.

Публикация геопространственной информации осуществлялась с использованием программы ArcGIS Desktop. Для хранения опубликованных файлов была создана директория «Geoportal» и для нее был выбран публичный уровень доступа. На заключительном этапе публикации были задействованы два типа сервисов – WFS (для векторных данных) и WCS (для растровых данных). В настоящее время доступ к картографической информации геопортала возможен либо через веб-интерфейс, либо через настольные ГИС приложения, ссылки на слои указаны на отдельной странице сайта. Для работы с векторными данными мы рекомендуем использовать открытое настольное приложение QGIS. Сервис WCS позволяет загружать покрытия, в нашем случае, мозаику спутниковых данных Landsat 5 и цифровую модель рельефа SRTM. Для работы с данным сервисом можно использовать, как настольные ГИС приложения, так и веб-интерфейс (рис. 1). Т.е. пользователь может скачать с сервера необходимый участок покрытия и использовать его напрямую в своем проекте.

У проекта широкая целевая аудитория. Во-первых, это – граждане Беларуси и других государств, интересующиеся научными исследованиями в области естественных наук. Во-вторых, школьники и студенты, учителя и преподаватели, использующие геопортал в образовательных целях. В-третьих, ученые и исследователи, для которых геопортал является мощным источником научных знаний. Аудитория геопортала не ограничена жесткими рамками. Это делает эту систему сильным социально-ориентированным информационным проектом, который представляет собой географический информационный портрет Республики Беларусь и раскрывает особенности природы, истории, населения, экономики, экологии страны. Также данные портала могут быть использованы рядовыми посетителями веб-ресурса для повышения уровня географической грамотности.

Рис. 1. Пример линка для подключения к геопорталу
через настольное ГИС-приложение

ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНАЯ ТУРИСТИЧЕСКАЯ ГИС БЕРЕЗИНСКОГО РАЙОНА МИНСКОЙ ОБЛАСТИ

С.М. Кудейко
студент 5-го курса кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

Л.И. Смыкович
к.г.н., доцент кафедры почвоведения и земельных информационных систем географического факультета Белорусского государственного университета

На территории Беларуси находится большое количество туристических объектов: природных (национальные парки, заповедники и заказники), мест отдыха (гостиницы, базы отдыха, санатории и агроусадьбы), историко-культурных ценностей (замки, дворцово-парковые комплексы, памятники архитектуры). Однако при всем своем обилии и разнообразии существует проблема в доступности информации об этих объектах и их местонахождении, в отсутствии единой пространственной базы данных туристических объектов нашей страны.

Анализ литературных и фондовых источников показал, что для территории Березинского района нет ни одного обобщения по данной проблематике. Поэтому можно утверждать, что настоящее исследование является актуальной для Березинского района, и, в какой-то степени, для нашей страны. Нами впервые для Березинского района была создана информационно-справочная туристическая (ИСТ) ГИС с полной информацией по памятникам природы, архитектуры, культуры, истории и археологии. Для этого решались следующие задачи:

· собрать и обработать фактический материал пространственного характера по памятникам истории, культуры, архитектуры, природы и археологии;

· создать ИСТ ГИС в среде ArcGIS;

· выполнить анализ географии (т.е. распределения в пространстве) туристических и историко-культурных объектов с помощью ГИС.

В ходе исследования в рамках ИСТ ГИС были созданы следующие слои: «Памятники истории и Великой отечественной войны Березинского района», «Памятники археологии Березинского района», «Памятники природы, культуры и архитектуры Березинского района».

ИСТ ГИС может использоваться в качестве информационного ресурса для туристов, применятся в школах Березинского района на уроках географии, истории и обществоведения, а также в отделе образования и спорта Березинского райисполкома.

В ходе исследования было выявлено, что памятников ВОВ в Березинском районе насчитывается более 80 штук (рис. 1). В основном они представлены

братскими могилами солдат, партизан и подпольщиков, жертв фашизма. Наибольшее количество памятников располагается в г. Березино. В сельских населенных пунктах памятники ВОВ расположены в основном на месте захоронения погибших солдат, т.е. в основном находятся за пределами населенных пунктов или же на кладбищах. Но некоторые памятники стоят на главных улицах или, же в скверах.

Исторические памятники представлены памятником Ленину в центре г. Березино и усыпальницей Ваньковичей, находящейся не далеко от деревни Колюжница (северо-запад района).

Памятников археологии на территории Березинского района расположено более 50, которые в свою очередь подразделяются на следующие виды: поселения, городища, курганные могильники и курганы (рис. 2).

На территории района обнаружено 8 курганов, 24 курганных могильника, 10 городищ и 8 поселений. Все вышеперечисленные археологические памятники располагаются вблизи рек. Наибольшее их количество расположено вдоль русла р. Березина. В свою очередь селища находятся не далеко от городищ.

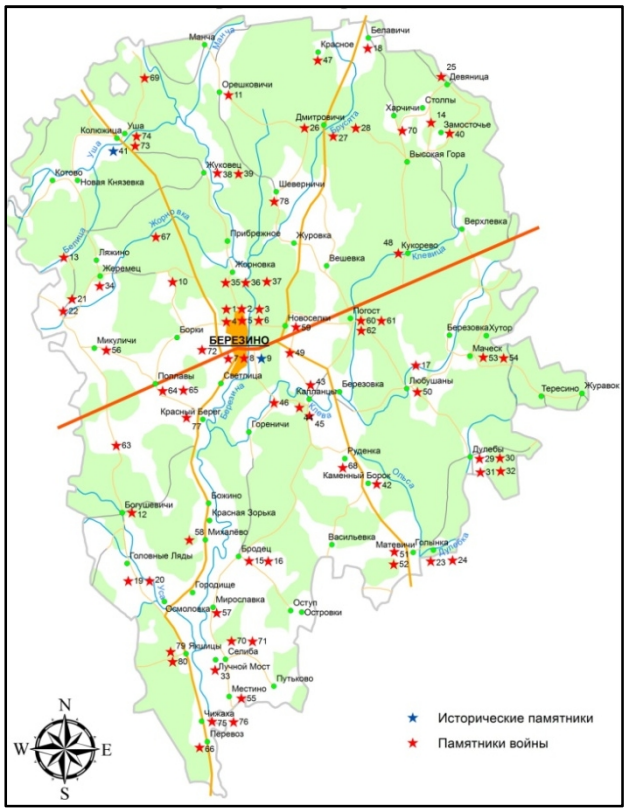


Рис. 1. Памятники истории и ВОВ Березинского района

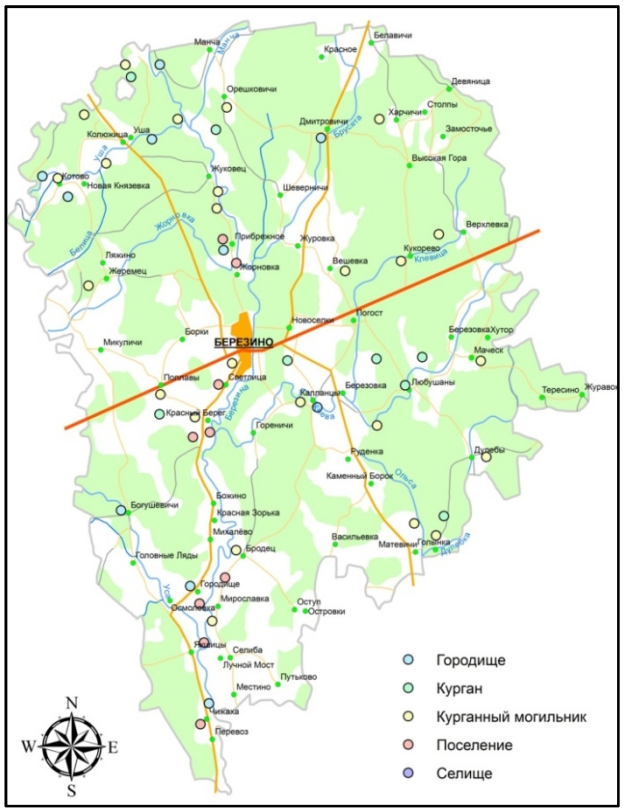


Рис. 2. Памятники археологии Березинского района

Памятники природы в Березинском районе представлены всего тремя объектами (рис. 3.). Два из них находятся не далеко друг от друга, это черешчатые дубы: «Любушанский – 1» и «Любушанский – 2». Третий памятник природы является геологическим – «Обнажение Мурова». Он представляет

собой выход на дневную поверхность межледниковых слоев муравинского горизонта, в том числе торфяника.

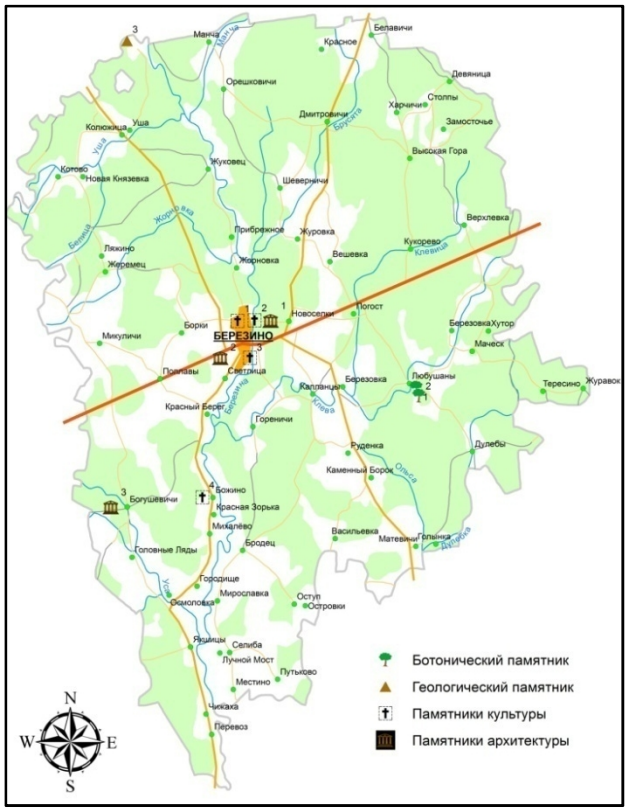


Рис. 3. Памятники природы, культуры и архитектуры Березинского района

Из памятников культуры в Березинском районе осталось лишь четыре объекта (рис. 3). В г. Березино это костел Успения Пресвятой Богородицы, Свято-Никольская церковь, Спасо-Преображенская церковь. Кроме того Свято-Никольская церковь в д. Божино. Все остальные церкви были либо разобраны местным населением, либо разрушены во время гитлеровской оккупации или просто закрыты.

Памятники архитектуры в Березинском районе представлены тремя сооружениями (рис. 3). Здание спиртзавода – это памятник промышленной эклектической архитектуры республиканского значения; усадебный дом графов Потоцких – памятник архитектуры позднего классицизма республиканского значения; костел Божьего Тела (каплица Чеслава Свентаржецкого) – памятник архитектуры неоготика, республиканского значения.

СОЗДАНИЕ ТРЕХМЕРНОЙ МОДЕЛИ СТУДЕНЧЕСКОГО ГОРОДКА ПОЛОЦКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

М.С. Спириденко, К.А. Каташова
студенты 3-го курса кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

П.Ф. Парадня
старший преподаватель кафедры геодезии и кадастров
геодезического факультета Полоцкого государственного университета

Сегодня возможности 3D-моделирования достаточно обширны и востребованы. Самое главное и неотъемлемое их достоинство – это воссоздание желаемой реальности, т.е. возможность создать точную копию существующего объекта, или абсолютно воображаемый предмет. А это значит, что 3D-моделирование позволяет воплотить любые творческие и технические фантазии разработчика. Оно задействовано во многих сферах деятельности человека, начиная от строительства, медицины и заканчивая созданием прототипов небольших изделий прямо в офисе компаний.

Так как мы живем в трехмерном пространстве, безусловно, хотелось бы представлять реальные объекты не только на плоскости, но и в их действительных размерах и в действительном окружении – в этоми заключается актуальность данной темы. Решение задачи упрощается еще и благодаря функциям трехмерного моделирования в среде геоинформационных систем.

Для работы использовались геоинформационная система ArcGIS и программный продукт Google SketchUp.

В частности, для визуализации трехмерных объектов в ArcGIS использовался модуль ArcScene. Для их размещения приложение берет данные о высоте объекта, полученные из его геометрии, атрибуты объекта, свойства слоя или заданную 3D-поверхность. При этом каждый слой обрабатываться отдельно от других.

Модуль ArcGIS 3D Analyst позволяет драпировать изображения или векторные данные на поверхность, а также вытягивать векторные объекты в направлении от поверхности, создавая, таким образом, линии, стены и объемные фигуры. Использование 3D символов позволяет сделать отображение данных более реалистичным и создать высококачественную анимацию для демонстрации или распространения.

Для создания трехмерных изображений зданий, использовался Google SketchUp 2015, т.к. возможности модуля ArcScene ограничивают использование пользовательских текстур. SketchUp позволяет создавать объекты необходимой формы в соответствии с реальными размерами, накладывать на них текстуры, чтобы сделать здания реалистичными и импортировать созданные объекты в среду ArcGISчерез обменные форматы.

SketchUp непосредственно связан с Google Earth, откуда можно импортировать снимки в качестве подложки уже в заданной системе координат, в нашем случае в WGS-84.

В ArcMap создавалась файловая база геоданных, куда сохранялись классы пространственных объектов: деревья, газоны, дороги и др., которые были созданы в результате оцифровки карты-подложки.

После того, как все объекты были созданы и отредактированы, их импортировали в ArcScene вместе с картой-подложкой. Объекты, созданные в SketchUp, были загружены в 3D Analyst посредством конвертации из файла формата .dae.

В ArcScene был подгружен растр высот на обрабатываемый участок местности, чтобы относительно его выровнять уровень высот всех 3D-объектов.

Для отображения точечных объектов в ArcScene в атрибутивной таблице для них создавалось поле с названием типа объекта, а затем сопоставлялось значение этого поля с определенным символом выбранного стиля (например, для деревьев использовался стиль 3DTrees).

Чтобы полигональные объекты, такие, как дороги, тротуары и т.п., показать в приближенном к действительности виде, использовались текстуры ArcScene и обыкновенная заливка.

В ходе работы было выяснено, что программный продукт Google SketchUp может быть полезен везде, где есть необходимость применения 3D-моделей, будь то проектирование пристройки для дома, обучение школьников геометрии или же создание модели для Google Earth. Вместо введения значений координат можно использовать многофункциональную систему управления местоположением объекта с помощью меток, текстовых подсказок, линий различных цветов. Полный набор простых инструментов и применение интеллектуальной системы рисования позволяют легко создать и отредактировать модели, экспортировать их, создать видеофильм или распечатать результаты работы.

Созданную таким образом 3D-модель университетского городка в дальнейшем планируется разместить на сайте университета, а работу в данном направлении расширить и для прилегающей к университету территории.

СОДЕРЖАНИЕ